

TIEDONSIIRROSTA PAIKKATIETOJÄRJESTELMIEN VÄLILLÄ

Teknillisen korkeakoulun rakennus- ja
maanmittaustekniikan osaston
maanmittaustekniikan laitoksella tehty
diplomityö

Espoo, maaliskuu 1995
tekniikan ylioppilas

Katri Oksanen

Katri Oksanen

Valvoja: Apul.prof. Kirsi Artimo
Ohjaaja: DI Antti Rainio

ALKUSANAT

Haluan esittää suurimmat kiitokset Geodata Oy:n toimitusjohtajalle, DI Pentti Martimolle, jonka taloudellinen tuki mahdollisti tämän työn tekemisen.

Haluan kiittää työni ohjaajaa, Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksen johtajaa, DI Antti Rainiota arvokkaasta opastuksesta paikkatiedonsiirron standardien ja standardoinnin maailmaan. Haluan kiittää myös apulaisprofessori Kirsi Artimoa saamastani kannustuksesta ja kärsivällisyydestä tämän pitkän projektin aikana.

Kiitän myös kaikkia järjestelmätoimittajia, joita olen saanut tätä työtä tehdessäni haastatella.

Merja Ranta-ahoa haluan kiittää hyödyllisistä kommenteista sekä tekstiin että tekstinkäsittelyohjelmiin liittyen. Kiitos ystäväilleni hyvistä hermoista ja lopuksi kiitos Hannulle tuesta ja huollosta tämän työn aikana.

Seuraava tuntemattoman ajattelijan lausuma on monesti työn aikana tullut mieleeni:

"I like standards - there are so many to choose from."

(Anon.)

Espoo, maaliskuussa 1995



Tekijä ja työn nimi: Katri Oksanen

Tiedonsiirrosta paikkatietojärjestelmien välillä

Päivämäärä: 13.03.1995**Sivumäärä:** 108**Osasto:** Rakennus- ja maanmittausosasto,
maanmittaustekniikan laitos**Professuuri:** Maa-06
Syventymiskohde: Kartografia**Työn valvoja:** Apul. prof. Kirsi Artimo**Työn ohjaaja:** DI Antti Rainio

Työ käsittelee paikkatietojärjestelmien välistä tiedonsiirtoa ja sen standardointia.. Kirjallisuustutkimuksen ja järjestelmätoimittajien haastattelujen avulla on tarkasteltu paikkatiedonsiirtoa prosessina, sen standardointia ja standardoinnin tilaa, tiedonsiirron käytäntöä ja tulevaisuutta.

Työssä on esitetty tiedonsiirron perusedellytykset, tiedonsiirtoprosessin teoriaa Moelleringin kuvaamana, EDI-malli ja paikkatiedonsiirron viitemalli. Olemassa olevia kansallisia ja kansainvälisiä standardeja on esitelty kuin myös tämän hetken standardointihankkeita (CEN, ISO). Erityisesti on tarkasteltu tunnettujen paikkatiedonsiirtostandardien (NTF, EDIGéO, SDTS) tukemia geometrisia malleja ja verrattu näitä CEN/TC 287:n geometriaehdotukseen ja suomalaisiin Julkisen hallinnon suositukseen 117 ja Fingis-formaattiin (de facto -standardi). Useimmissa standardeissa on eri tasoisia tiedonsiirtomalleja. Suomen osalta on esitelty paikkatietojen yhteiskäyttöön liittyvää tiedonsiirron standardointia.

Tiedonsiirron käytäntöä ja sen ongelmia kuvataan järjestelmätoimittajien haastattelujen pohjalta. Käytäntö ja standardointityön tulokset eivät kohtaa, elleivät järjestelmätoimittajat aktiivisesti tue tätä. Monet käytännön ongelmat tiedonsiirrosta johtuvat standardien huolimattomasta käytöstä.

Paikkatiedon siirtotilanteet eroavat toisistaan. Työssä hahmotetaan näitä eri tilanteita. Jokaiseen tilanteeseen tulisi löytää paras mahdollinen siirtotapa.

Avainsanat: tiedonsiirto, standardointi, paikkatietojärjestelmä, paikkatieto

Author and name of the thesis: Katri OksanenOn Data Exchange between
Geographic Information Systems**Date:** 13.03.1995**Number of pages:** 108**Department:****Professorship:** Maa-06Faculty of Civil Engineering and Surveying, **Special subject:** Cartography
Department of Surveying**Supervisor:** Associate Professor Kirsi Artimo**Instructor:** Antti Rainio, M. Sc.(Eng.)

In this master's thesis data interchange between geographic information systems is studied. Data exchange process, standards and standardization, practice of data interchange and its future has been examined by literature study and interviews.

Basic conditions for data exchange, theory of cartographic data exchange by Moellering, Geographic Data Interchange Model and theory of data exchange according to EDI-model are presented. National and international exchange standards and standardization work are described. Several geometric models of well-known national standards (NTF, EDIGéO, STDS) are documented and they are compared with geometric models included in CEN/TC 287 Reference model and the Finnish JHS 117 and Fingis-format (de facto -standard). Most standards have several levels for different kind of data. Data exchange activities in The Joint Use of Geographic Information -project in Finland are introduced.

The practice of data exchange between GISs are examined by some interviews of software-manufacturers. The practice and the results of standardization work are not going to meet without support from the software-manufacturers.

Geographic data exchange situations differs. In this work different situations are described. The best exchange method for every situation should be found.

Keywords: data exchange, GIS, standards,
geographic information**Language:** Finnish

SISÄLLYSLUETTELO

0. Lyhenteitä:	4
1. Johdanto.....	7
1.1 Miksi tiedonsiirtoa tarvitaan ?.....	8
1.2 Tiedon siirron tilanteita.....	9
1.2.1 Numeerisen paikkatiedon hankinta ja siirto järjestelmään	9
1.2.2 Järjestelmän vaihto	11
1.2.3 Tiedon siirto edestakaisin järjestelmien välillä	11
1.3 Tiedonsiirtotilanteiden ominaisuuksia	12
1.4 Miksi tarvitaan standardeja?	12
1.5 Työn sisällöstä.....	15
2 Paikkatieto	16
2.1 Paikkatiedon määritelmä.....	16
2.2 Koordinaattitieto ja paikkatiedon referenssijärjestelmät.....	17
2.3 Topologiatieto.....	18
2.4 Geometriatieto	19
2.5 Metatieto/hakemistotieto	22
2.6 Paikkatiedon perusrakenteet	22
2.6.1 Vektorimuotoinen tieto	23
2.6.2 Rasterimuotoinen tieto	23
2.7 Paikkatiedon rakenteet tiedonsiirron kannalta tarkasteltuna.....	24
3. Paikkatietojärjestelmä	25
3.1 Historiaa ja nykytilaa	25
3.2 Paikkatietojärjestelmän määritelmä	25
3.3 Paikkatietojärjestelmien tietokonelaitteistot	26
3.4 Paikkatietojärjestelmien tietokannat	27
3.4.1 Tiedonhallintajärjestelmät ja sijaintitiedonhallinta.....	28
3.4.2 Sijaintihakemistot.....	29
3.4.3 Paikkatietokantojen kyselykielet.....	30
4 Tiedon siirtoprosessi.....	31
4.1 Tiedonsiirron perusedellytykset	31
4.2 Electronic Data Interchange (EDI) näkemys	33
4.3 Moelleringin kuvaama tietokannan siirto.....	34
4.3.1 Tietotasot	34
4.3.2 Kartografinen tiedonsiirtoprosessi	35

4.3.3 Siirtoprosessi ja tietomalli	36
4.3.4 Tiedonsiirtomekanismi	37
4.3.5 Siirtoprosessin toivotut piirteet.....	38
4.4 Paikkatiedonsiirron viitemalli (GDIM)	41
5 Tiedonsiirtostandardien geometrinen tietomalli	44
5.1 National Transfer Format eli NTF (BS 7567).....	44
5.1.1 Yleistä NTF-standardista.....	44
5.1.2 NTF-standardin geometrinen malli	47
5.2 EDIGéO (AFNOR Z13-150).....	52
5.2.1 Yleistä EDIGéO-standardista	52
5.2.2 EDIGéO-standardin geometrinen malli	53
5.3 SDTS.....	55
5.3.1 Yleistä SDTS-standardista	55
5.3.2 SDTS-standardin geometrinen malli	57
5.4 JHS 117	61
5.5 Fingis-siirtoformaatti	65
5.6 CEN/TC 287 Paikkatiedon geometria.....	66
5.7 Geometristen mallien vertailua.....	69
6. Kansainvälinen ja kansallinen standardointi	70
6.1 Tietokonealan standardoinnista yleensä.....	70
6.2 Paikkatiedonsiirron standardoinnista.....	70
6.3 Kansainväliset viralliset standardit	72
6.3.1 ISO 8632 The Computer Graphics Metafile Standard (CGM)	72
6.3.2 ISO 10303 "STEP"	74
6.3.3 CEN/TC 278.....	74
6.3.4 CEN/TC 287.....	75
6.3.5 ISO/TC 211	76
6.3.6 ISO/IEC JTC1/SC 21 WG3	76
6.4 Muu kansainvälinen standardointi	77
6.4.1 IHO, DX-90	77
6.4.2 NATO, DIGEST.....	77
6.5 De facto -standardit.....	79
6.5.1 DXF-formaatti	79
7. Suomen tilanne	80
7.1 Paikkatietojen yhteiskäyttö	81

7.1.2 G-EDIS-muunnosohjelmisto ja Sanomaeditori.....	83
7.1.3 Kyselykäyttö	84
7.2 Tavallisimmat formaatit ja syntaksit	85
7.2.1 Fingissiirtotiedostot.....	86
7.3 Nykyisten formaattien puutteita yms.....	87
8 Esimerkkejä tiedonsiirron toteuttamisesta eri järjestelmissä	88
8.1 Yhteenveto paikkatietojärjestelmätoimittajien haastatteluista	89
9. Johtopäätökset	90
9.1 Aineistojen tyypitys	90
9.2 Formaattien tyypitys.....	91
9.3 Muunnostilanteen tyypitys	91
9.4 Ohjelmistotoimittajien rooli	92
9.5 Tiedonsiirron standardoinnin tulevaisuus	93
LÄHDELUETTELO:.....	94
Liite 1: Järjestelmätoimittajien haastattelut.....	98
A. Teklan järjestelmät: Xcity, Xroad, Xcable, Xpower ja Xelnet.....	98
B. GRADIS-GIS.....	101
C. System 9.....	103
D. ZetMAP.....	106
E. ArcInfo.....	108

0. Lyhenteitä:

ANSI	The American National Standards Institute
CCITT	Comité Consultatif International de Télégraphique et Téléphonique <i>Kansainvälinen pääosin julkisia tietoliikennepalveluja antavien organisaatioiden järjestö, joka laatii suosituksia. CCITT on yksi YK:n alaisen organisaation ITU:n (International Telecommunications Union) kolmesta pääelimestä. (Jormakka, 1992)</i>
CAD	Computer Aided Design
CEN	Comité Européen de Normalisation
CEN/TC 278	CEN:n tekninen komitea 278 Road Transport and Traffic Telematics
CEN/TC 287	CEN:n tekninen komitea 287 Geographic Information
CERCO	Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle <i>Komitea, jossa Länsi-Euroopan virallisesta kartografiasta vastaavien kansallisten yksiköiden johto kokoontuu käsittelemään yhteisen mielenkiinnon kohteena olevia asioita.</i>
CGM	The Computer Graphics Metafile Standard (ISO 8632-1:4)
DGIWG	Digital Geographic Information Working Group <i>Alunperin NATO:n piirissä vuonna 1983 aloittanut epävirallinen ryhmä, joka tekee paikkatiedonsiirron standardointia.</i>
DIGEST	DGIWG:n luoma paikkatiedonsiirtoformaatti
DRIVE	Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe
DX-90	IHO:n määrittelemä siirtoformaatti
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System <i>Elektroninen merikarttanäyttö- ja informaatiojärjestelmä</i>

EDIGéo	Traitement de l'information géographique numérique - Echanges de Données Informatisés dans le domaine de l'information GéOgraphique - (EDIGéo) (AFNOR Z13-150) <i>Ranskalainen paikkatiedonsiirtostandardi</i>
EDIFACT	Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport (ISO 9735) <i>kansainvälinen tietojen esitystapakielioppi</i>
EDRM	European Digital Road Map <i>eurooppalainen numeerinen tiekanta</i>
ENC	Electronic Navigational Chart <i>elektroninen merikartta</i>
ETDB	Eurooppalainen maastotietokanta
ETF	European Transfer Format
GDF	Geographic Data Files <i>Tietietojen esittämisen standardi, joka on nykyisin CEN/TC 278 virallinen ehdotus.</i>
GIS	Geographic Information System <i>paikkatietojärjestelmä</i>
ICA	International Cartographic Association, <i>Kansainvälinen kartografinen seura</i>
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers
IHO	International Hydrographic Organization <i>Kansainvälinen katto-organisaatio hydrografisille toimistoille</i>
IMO	International Maritime Organization
ISO	International Standards Organization, kansainvälinen standardointiorganisaatio <i>Kansallisten standardointiorganisaatioiden vuonna 1946 muodostama vapaaehtoinen elin. ISO:n jäseniä ovat esimerkiksi ANSI(USA), BSI(Englanti), DIN(Saksa), AFNOR(Ranska). ISO:n toiminta jakautuu teknisiin komiteoihin (TC) ja varsinainen työ tehdään työryhmissä (WG). Usein ISO ja CCITT pyrkivät samansisältöiseen standardiin, mutta siihen ei aina päästä. (Jormakka, 1992)</i>

JHS	Julkisen hallinnon suositus <i>Vahvistajana Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta JUHTA</i>
JUHTA	Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta
NIST	National Institute of Standards and Technology (yhdysovaltalainen)
NTF	National Transfer Format (BS 7567) <i>Brittiläinen paikkatiedonsiirtostandardi</i>
SDTS	Spatial Data Transfer Standard <i>Yhdysvaltalainen paikkatiedonsiirtostandardi</i>

1. Johdanto

Paikkatiedon tiedonsiirron käytäntö on tällä hetkellä varsin vaihtelevaa. Paikkatiedon siirrossa on useita ongelmia. Tyypillisesti tiedonsiirtotapa on edelleen mietittävä tapauskohtaisesti alkaen sopivan esitysmuodon valinnasta päätyen tiedonsiirtovälineen valintaan.

Tyypillinen tiedonsiirron ongelmatilanne syntyy, kun paikkatietojärjestelmästä on siirrettävä tietoa toiseen järjestelmään, jossa on edellistä rajoittuneempi tietomalli, tai päinvastoin. Tiedonsiirto monimutkaisemman tietomallin omaavasta järjestelmästä yksinkertaisempaan onnistuu useimmiten, mutta toisin päin siirto on ongelmallista tai joskus jopa mahdotonta.

Formaattien eri murteet ja versiot aiheuttavat ongelmia. Oman lisänsä tiedonsiirron ongelmakenttään tuovat käytössä olevat erilaiset kooditukset ja luokitukset. Tietovälineen valinta ei aina ole yksinkertaista. Käytännön tiedonsiirrossa erilaiset kuvaustekniikat aiheuttavat hankaluuksia esimerkiksi symbolien kiertosuunnissa tai referenssipisteissä. Interpolointitavat ja korkeuden esitystavat eroavat. Kaikki käytössä olevat formaatit eivät tue ominaisuustiedon tai topologian siirtoa. Kokemuksen myötä näitä ongelmia pystytään väistämään tai kiertämään, mutta varsinainen ongelma jää usein ratkaisematta.

Tiedonsiirtotapahtuman rajaaminen on oma tehtävänsä. Mitä siirrettävään kohteeseen kuuluu? Siirretäänkö pelkkiä koordinaatteja, ominaisuustietoja, topologiaa, kuvaustekniikkaa jne? Milloin aiemmin kuvatut ongelmat ovat tiedonsiirron ongelmia? Milloin ongelmat aiheutuvat tietojen tai järjestelmien yhteensopimattomuudesta?

Erilaisia standardeja ja formaatteja on tarjolla monia. Tiedonsiirron ongelmissa voi olla kyse siitä, että ei noudateta sovittua standardia tai formaattia tai sitä tulkitaan eri tavoin. Ongelmia voi syntyä myös siitä, että käytetään formaattia, joka ei sovellu tietyn tyyppisen tiedon siirtämiseen. Yleispätevän standardin käyttö olisi tarpeen, mutta saattaa muodostua turhan monimutkaiseksi.

Tässä työssä keskitytään tarkastelemaan paikkatiedonsiirron standardoinnin

nykytilaa ja sitä, miten olemassa olevien ja tekeillä olevien standardien ja formaattien avulla kyetään siirtämään paikkatietoa. Erityisesti tarkastellaan tunnettujen kansallisten standardien tukemien tietomallien sisältämiä geometrisia malleja. Työssä ei pyritä ratkaisemaan tietojen yhteensopimattomuutta (esimerkiksi luokittelun perusteet eroavat ratkaisevasti) eikä käsitellä koordinaattijärjestelmien välisiä muunnoksia.

Tässä johdantoluvussa esitetään miksi ylipäättänsä tarvitaan tiedonsiirtoa, millaisia erilaisia tiedonsiirtotilanteita paikkatietojärjestelmien yhteydessä esiintyy sekä miksi tarvitaan standardeja.

1.1 Miksi tiedonsiirtoa tarvitaan ?

Tiedonsiirtotarve voi syntyä monesta syystä. Tiedon keruu on kallista. Kerran kerättyä tietoa pyritään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti. Samasta syystä pyritään myös välttämään päällekkäistä tiedonkeruuta. Rekisterien ja tietojen yhteiskäyttö on järkevää ja siitä on saatavissa hyötyä. Paikkatietojärjestelmissä nimenomaan tieto ja sen kerääminen maksavat. Toisaalta vain se, että järjestelmässä on riittävästi tietoa tallennettuna, mahdollistaa järjestelmän tehokkaan hyödyntämisen. Tietoa on vuosien varrella kerätty hyvinkin erilaisiin järjestelmiin. Monissa yhteyksissä halutaan tänä päivänä yhdistää tai siirtää näitä osittain vanhentuneisiinkin järjestelmiin kerättyjä tietoja uusiin paikkatietojärjestelmiin.

Käsittelyn hajauttamisen tarve on viime aikoina kasvanut. Käsittelyn hajauttamiselle on olemassa erilaisia teknisiä vaihtoehtoja vaihdellen työasemapainotteisuudesta palvelinpainotteisuuteen (Lamminmäki & Hannus, 1993). Käsittelyn hajauttamisesta aiheutuu tiedonsiirron tarvetta.

Tiedon tuottaja on usein eri taho kuin tiedon käyttäjä. Hyvin harvoin paikkatietojärjestelmien käyttäjät keräävät kaiken tarvitsemansa tiedon itse. Aineistoa hankitaan eri tahoilta. Kysymys on sekä siitä, että pystytään siirtämään muiden aineistoa omaan järjestelmään, että siitä, että pystytään toimittamaan aineistoa muille. (Alexandersen, 1991). Tiedontuottajalla ja -käyttäjällä ei läheskään aina ole samanlaista järjestelmää.

1.2 Tiedon siirron tilanteita

Paikkatiedon siirtoa tarvitaan monenlaisissa tilanteissa. Tiedon siirto voi olla joko yksisuuntaista tai edestakaista. Siirrettävät määrät saattavat olla pieniä, esimerkiksi päivitystietoja, tai valtavia, esimerkiksi koko kunnan tai maan laajuisia aineistoja. Tietoa saatetaan siirtää päivittäin ja viikoittain tai tiedonsiirto saattaa olla ainutkertainen tapahtuma. Seuraavassa esitellään paikkatiedon siirtotilanteita.

1.2.1 Numeerisen paikkatiedon hankinta ja siirto järjestelmään

Paikkatietojärjestelmän perustana on numeerinen paikkatieto. Tätä tietoa syntyy eri tavoin. Se voi olla joko järjestelmän haltijan tai konsultin suorittamaa uudiskartoitusta tai vanhan aineiston muuntamista numeeriseen muotoon. Numeerista aineistoa voidaan myös hankkia valmiina muualta.

Paikkatietojärjestelmään voidaan saada uutta numeerista paikkatietoa mm. seuraavilla tavoilla:

1. maastokartoitus takymetrin ja tallentimen kanssa
2. satelliittipaikannus
3. stereokartoitus ilmakuvilta (mahdollisesti täydennyskartoitusta maastossa)
4. kaukokartoitus
5. graafisten aineistojen käsindigitointi
6. graafisten aineistojen numeeristaminen skannaamalla rasterimuotoon
7. rasteriaineistojen vektorointi joko kuvaruutudigitointia tai erityistä vektorointiohjelmistoa käyttäen
8. numeerisen aineiston ostaminen.

Maastokartoitusta tehdään nykyisin yleensä takymetrin ja tallentimen avulla, jolloin mitattu aineisto voidaan purkaa useimmiten suoraan mikrotietokoneelle. Maastossa voidaan mitata täydennyskartoituksia muulla tavalla (esimerkiksi fotogrammetrisesti) kartoitettuun aineistoon. Kysessä voi olla myös maastomallin mittausta tai kokonaan uuden alueen kartoitus. Tallentimelle kerättyä aineistoa voidaan muokata erityisellä ohjelmistolla ennen siirtoa varsinaiseen paikkatietojärjestelmään tai aineisto voidaan siirtää sellaisenaan paikkatietojärjestelmään. Yleensä maastossa mitattua aineistoa on

käsiteltävä ja editoitava ennen lopullista paikkatietojärjestelmään talletusta.

Myös **satelliittipaikannusta** (esimerkiksi GPS) käyttäen voidaan kartoittaa erilaisia tietoja. Paikannustekniikan kehittyessä ja laitteiden hintojen laskiessa menetelmää voidaan käyttää esimerkiksi teiden kartoittamiseen.

Uuden kartta-aineiston tuottaminen fotogrammetrisesti teetetään yleensä ulkopuolisella kartoituskonsultilla. Syntyvä kartta-aineisto on periaatteessa valmista ja luettavissa suoraan asiakkaan paikkatietojärjestelmään, jos kohteiden luokitus ja siirtoformaatti on valittu oikein.

Graafisen karttatiedon numeeristaminen tulee monesti kysymykseen, koska perinteisesti suuri osa paikkatiedosta on ollut tallennettuna graafisesti erilaisille kartoille. Joissain tilanteissa halutaan käyttää nimenomaan historiallista aineistoa. Numeeristamiseen on kehitetty useita tapoja.

Pisimpään käytetty tapa numeeristaa graafisia karttatietoja on **käsindigitointi**. Tällöin digitointi tehdään useimmiten jotakin paikkatietojärjestelmäohjelmistoa (esimerkiksi Fingis) ja digitointipöytää käyttäen. Joskus saatetaan käyttää karttatiedon käsittelyyn rajoittunutta karttatietojärjestelmää, josta valmiiksi numeeristettu aineisto lopuksi siirretään käytössä olevaan paikkatietojärjestelmään. Käsindigitointi on tuottanut nimenomaan vektorimuotoista aineistoa.

Käsindigitoinnin rinnalle on tullut **skannaus** eli graafisen kartan muuntaminen rasterikartaksi skannerien (kuvanlukijoiden) avulla. **Rasterikarttaa** voidaan käyttää sellaisenaan **taustakarttana**. Haluttaessa se voidaan muuntaa edelleen vektorimuotoiseksi. Rasterikartan **vektorointi** tapahtuu tavallisesti joko kuvaruudulta digitoiden tai erityisiä vektorointiohjelmistoja käyttäen. Rasterikartan käyttö sellaisenaan on koko ajan lisääntynyt.

Myös **kaukokartoitussatelliitit** tuottavat paikkatietojärjestelmiin erilaisia aineistoja. Järjestelmään voidaan siirtää erilaisia rasteriaineistoja sellaisenaan tai niiltä voidaan tehdä tulkintoja, joiden tulokset tallennetaan paikkatietojärjestelmiin.

Valmiin numeerisen aineiston määrä kasvaa koko ajan. Tiedon tarvitsija saattaa löytää tarvitsemansa aineiston valmiiksi numeerisena. Esimerkiksi

Maanmittauslaitoksella on tarjolla mm. peruskartoista erilaisia numeerisia aineistoja. Usein nämä valmiit numeeriset aineistot ovat tarjolla tietyssä formaatissa. Kyseessä voi olla tietty paikkatietotuote tai aineiston sisältö voi vaihdella. Samoin muoto, jossa tieto toimitetaan, voi olla vakio tai siitä voidaan sopia tapauskohtaisesti. Paikkatietohakemisto esittelee valtakunnallisia paikkatietoaineistoja. (Paikkatietojen yhteiskäytön käsikirja, 1994)

1.2.2 Järjestelmän vaihto

Järjestelmän vaihto on yleensä **kertaluonteinen** tapahtuma järjestelmän käyttäjän kannalta. Järjestelmätoimittajalle näitä tilanteita voi tulla useammin. Tällainen tilanne syntyy esimerkiksi silloin, kun kunnassa päätetään vaihtaa järjestelmä A järjestelmään B. Useimmiten järjestelmien taso ja tapa käsitellä paikkatietoa eroavat siten, että uusi järjestelmä käsittelee tietoa 'älykkäämmin'. Tällöin on tarkkaan harkittava, miten vanhan järjestelmän tieto siirretään uuteen järjestelmään, jossa voi olla esimerkiksi huomattavasti tarkempia topologisia tarkastuksia.

1.2.3 Tiedon siirto edestakaisin järjestelmien välillä

Paikkatietojärjestelmien ja numeeristen suunnittelujärjestelmien yleistyessä tulevat tavanomaisiksi tilanteet, joissa numeerista tietoa siirtyy edestakaisin eri järjestelmien välillä. Tällainen tilanne syntyy esimerkiksi työskenneltäessä yhteistyössä eri järjestelmää käyttävän suunnittelijan kanssa. Tällöin on mietittävä, miten tieto palautetaan alkuperäiseen järjestelmään, mikäli se työn aikana muuttuu. Kokonaan uuden tiedon siirto on yksinkertaisempaa kuin mahdollisten muutosten siirto. Ainakin nykyisin suunnittelijoiden käyttämien järjestelmien tietomallit saattavat erota ratkaisevasti paikkatietojärjestelmän tietomallista. Tavallista on, että tietokantapohjaisen paikkatietojärjestelmän tietoja halutaan siirtää tiedostopohjaiseen järjestelmään.

1.3 Tiedonsiirtotilanteiden ominaisuuksia

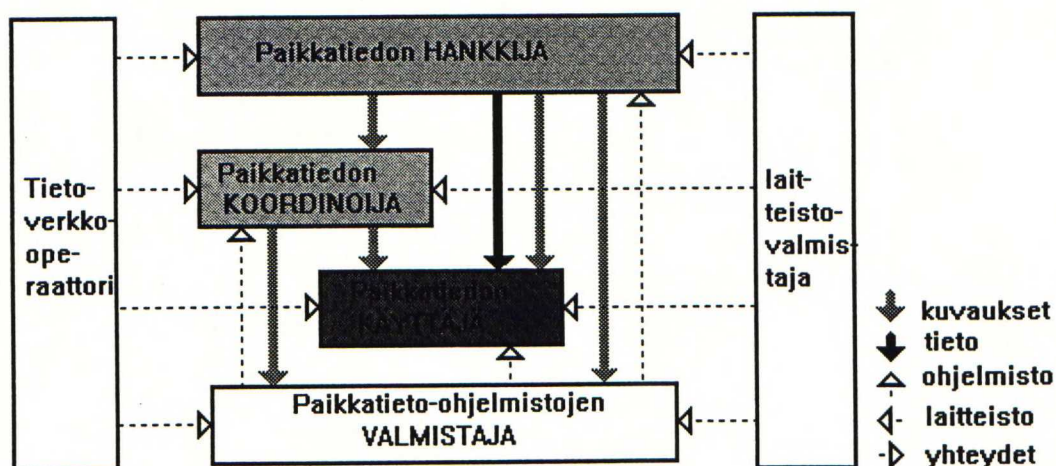
Tiedonsiirtotilanteet eivät ole samanlaisia. Ne voidaan jakaa esimerkiksi tiedonsiirtotilanteen mukaan, siirrettävän tiedon määrän mukaan, tiedon rakenteen mukaan tai eri tasoisten aineistojen (eri tasoisia topologian yms. kannalta).

Eri tilanteissa voivat nämä ominaisuudet yhdistyä eri tavoin. Seuraavassa on lueteltu tavallisimpia siirtotilanteita kuvaavia ilmaisuja:

- | | |
|------------------------------|----------------------------------|
| - Kertamuunnos | - Toistuva muunnos |
| - Suuret määrät | - Pienet määrät |
| - Vakiomuotoiset | - Vaihtuvamuotoinen/-sisältöinen |
| - Kahdenvälinen | - Monenkeskinen |
| - Uuden tiedon siirto | - Tiedon päivittäminen |
| - Siirretään koko tietokanta | - Siirretään osia tietokannasta |
| - Eräajot | - Vuorovaikutteinen siirto |

1.4 Miksi tarvitaan standardeja?

Tiedon käyttäjä ja tuottaja ovat usein eri tahoja. CENin teknisen komitean TC 287 viitemalliversiossa (CEN/TC 287, 1994) käsiteltiin **paikkatietoalan osapuolia**. Osapuolia olivat seuraavat: paikkatiedon hankkija (*GI-supplier*), paikkatiedon käyttäjä (*GI-user*), paikkatiedon koordinoija (*GI-coordinator*) ja paikkatieto-ohjelmistojen valmistaja (*GIS-software-manufacturer*). Paikkatiedon käyttäjä saa muilta osapuolilta paikkatietoa omiin tarkoituksiinsa. Paikkatiedon koordinoija on osapuoli, joka ylläpitää paikkatietohakemistoa ja harmonisoi paikkatietojen kuvauksia. Paikkatieto-ohjelmistojen valmistaja tuottaa paikkatietoyhteisölle ohjelmistoja paikkatiedon käsittelyyn. (CEN/TC 287, 1994).



KUVA 1.1: Paikkatietoalan osapuolet (CEN/TC 287, 1994)

Käytännössä nämä edellä kuvatut roolit voivat myös yhtyä. Tiedon hankkija voi olla samalla myös tiedonkäyttäjä ja niin edelleen. Tiedonsiirron kannalta kullakin paikkatietoalan osapuolella on oma merkityksensä. Paikkatiedon standardoinnin kannalta paikkatieto-ohjelmistojen valmistajilla on tärkeä rooli paikkatiedonsiirtostandardien soveltamisessa käytäntöön. Paikkatietoalan ulkopuolisista tahoista laitteistovalmistajat ja verkko-operaattorit (tietoverkkoja tarjoavat osapuolet) vaikuttavat osaltaan alan kehitykseen.

Paikkatietoalan osapuolia ei ole enää sisällytetty uudempiin viitemalliversioihin, mutta tämä jakoo silti hyvin paikkatietoalalla olevia ja toimivia eri tahoja. Jotta tiedonsiirto eri paikkatietoalan osapuolien välillä toimisi, on tarpeen sopia tiedonsiirtoon liittyvistä asioista standardein ja suosituksin.

Rainio (1993) on todennut, että *"standardit ja suositukset ovat palvelujen tuotteistamisen lähtökohta. Standardoitua rajapintaa noudattaen olemassa olevat ja uudet sovellukset voivat hyödyntää automatisoituja tietopalveluja. Avoimet tietopalvelun rajapinnat luovat edellytykset vapaalle kilpailulle loppukäyttäjien sovellusten kehittämisessä."*

Dangermond (1992) on puolestaan todennut *paikkatietoalan kärsivän runsauden pulasta*. Standardeja on itse asiassa niin paljon eri tyyppisiin tarkoituksiin, että alan

oppineimmatkin ovat todenneet, ettei paikkatietojärjestelmillä ole standardeja tällä hetkellä.

Tarve siirtää paikkatietoa erilaisten järjestelmien välillä on tulossa entistä tärkeämmäksi. Yhteisten tietformaattien ja 'geokoodauskäytäntöjen' tarve kattaa kaiken paikkatiedon käsittelyn. Mm. seuraavat syyt aiheuttavat huolta yhteensopimattomuudesta:

- Paikkatietoa tuotetaan kasvavia määriä ja kaikki se on talletettava, luetteloitava ja oltava haettavissa.
- Paikkatietojenkäsittely kehittyy ja kasvaa nopeasti.
- Numeerisessa muodossa kerättävän, hyödynnettävän ja sopivan tiedon määrä kasvaa valtavasti.
- Yksityiskohtaisempien numeeristen paikkatietoaineistojen tarve on kasvanut, koska kyky yhdistää digitaalisia kuvia karttoihin kuin myös tietojoukkojen analysointi on kehittynyt.
- Monet kartta-automaation pyrkimykset voivat olla päällekkäisiä ja toistavia.

(Rossmeissl & Rugg, 1992)

Standardien käyttämisestä on monia etuja tiedon kerääjälle, muokkaajalle ja käyttäjälle - erityisesti niille, jotka tarvitsevat tietoa useista lähteistä. Standarditerminologian saatavuus hyödyttää paljon paikkatiedonsiirtoa sekä julkisissa että yksityisissä yhteisöissä tarjoten mahdollisuuden esittää, analysoida ja integroida paikkatietoa kasvavaan joukkoon sovelluksia. (Rossmeissl & Rugg, 1992)

Paikkatiedonsiirto voidaan jakaa eri tasoihin siirtoihin. Voidaan puhua **kuvien siirrosta** tai **paikkatiedon siirrosta paikkatietojärjestelmien välillä**. Lähinnä kuvien siirtoa tukevia formaatteja ovat mm. IGES, HPGL ja DXF. Jälkimmäiseen eli tiedon siirtoon paikkatietojärjestelmien välillä suunniteltuja kansallisia standardeja ovat mm. DSFL (tanskalainen), SOSI (nojalainen), EDIGéO (ranskalainen), NTF (brittiläinen), SDTS (yhdysovaltalainen) sekä DIGEST (NATO) ja DX-90 (IHO). (Alexandersen, 1991) Kuvien siirtoa tukevia formaatteja on kehitetty mm. yhteydenpidon, tietokonegrafiikan ja painoteollisuuden tarpeisiin. Yhteydenpitoon kehitettyjä formaatteja ovat mm. telefax-laitteiden ja satelliittikuvien formaatit. Tietokonegrafiikan formaatteja ovat esimerkiksi DDES ja useat tuotestandardit kuten SCITEX, Hell ja Crosfield. (Löppönen, 1994).

Tiedonsiirron standardointi käsittää tavallisesti seuraavat asiat:

1. siirtovälineen standardoinnin
2. syntaksin kuvauksen
3. luokituksen tai laajemmin tietosisällön standardoinnin (sama käsitys todellisuudesta).

Ranskalaisessa EDIGéO-standardissa (AFNOR Z13-150, 1992) todetaan, että standardia siirtotapaa tarvitaan

- optimoimaan numeerisen paikkatiedon siirron tehokkuus ja määrä
- minimoimaan siirtojen aiheuttamat kustannukset
- saavuttaamaan riippumattomuus erilaisista paikkatietojärjestelmistä.

1.5 Työn sisällöstä

Aluksi tarkastellaan paikkatiedon ja paikkatietojärjestelmän käsitteitä ja erityispiirteitä. Luku neljä käsittelee tiedonsiirron yleisiä edellytyksiä, paikkatiedonsiirtoprosessin teoriaa ja viitemalleja. Tunnettujen kansallisten standardien sisältämiä geometrisia malleja tarkastellaan luvussa viisi.

Kansainvälisten standardien ja standardointityön esittelyn jälkeen kuvataan Suomen tilannetta luvussa seitsemän. Luvussa kahdeksan tarkastellaan teorian ja käytännön kohtaamista järjestelmätoimittajien haastattelujen pohjalta.

2 Paikkatieto

2.1 Paikkatiedon määritelmä

CEN/TC 287 (1994) on viitemalliehdotuksessaan määritellyt paikkatiedon seuraavasti:

"Paikkatieto on tietoa kohteista ja ilmiöistä, joihin on liitetty sijainti maapallon pinnalla"

(Määritelmä englanniksi: "Geographic information is information concerned with objects and phenomena associated with location relative to the surface of the earth")

JHS 116 määrittelee paikkatiedon seuraavasti:

"Paikkatieto on todellisuuden kohdetta kuvaavan sijainti-, ominaisuus- ja yhteystietojen muodostama kokonaisuus."

Edelleen samassa suosituksessa määritellään sijaintitieto, ominaisuustieto ja yhteystieto:

"Sijaintitieto on todellisuuden kohdetta kuvaavien koordinaatti- ja geometriatietojen sekä mahdollisten topologiatietojen muodostama kokonaisuus."

"Ominaisuustieto on todellisuuden kohteen yksilöivä, ajoittava tai sen piirteitä kuvaileva tieto."

"Yhteystieto on todellisuuden kohteiden yksilöintiin perustuva, kohteiden välistä suhdetta kuvaava tieto."

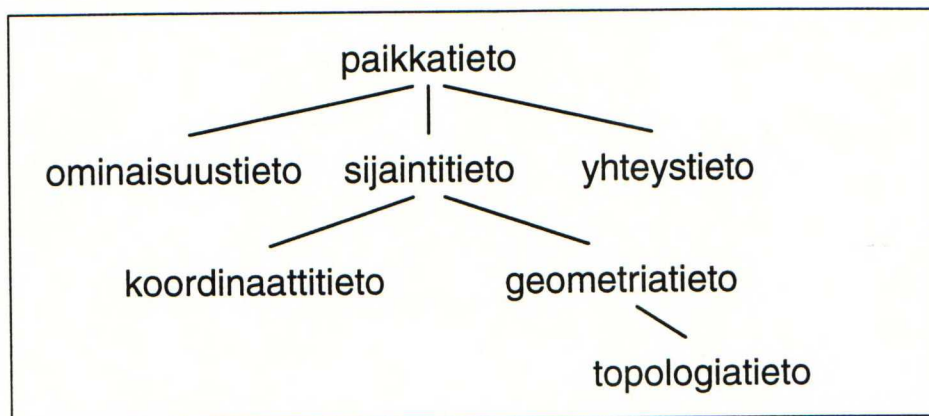
Sijaintitiedon määritelmässä esiintyneet käsitteet koordinaattitieto, geometriatieto sekä topologiatieto määritellään suosituksessa seuraavasti:

"Koordinaattitietoa ovat koordinaattilukuarvot ja tiedot koordinaattijärjestelmästä ja koordinaattilukuarvojen epävarmuudesta."

"Geometriatieto on tietoa todellisuuden kohteen kuvaamiseksi valitusta geometrisesta yksilötyypistä ja sen piirteistä sekä geometrinen yksilön topologisista suhteista toisiin geometrisiin yksilöihin."

"Topologiatieto on geometrinen yksilöiden välistä suhdetta kuvaava tieto."

Kuvassa 2.1 esitetään paikkatiedon ja sen alitermien väliset suhteet (JHS 116). JHS 116 mukaisella käsitteellä "yhteystieto" tarkoitetaan esimerkiksi tietoa siitä, että tietty henkilö asuu tietyssä talossa tai omistaa tietyn kiinteistön. Topologiatiedolla ymmärretään *geometristen* yksilöiden välisiä suhteita kuvaavaa tietoa. Topologiatieto voitaisiin määritellä myös laajemmin yksilöiden välisiä suhteita kuvaavaksi tiedoksi, jolloin topologiatieto ei olisi geometriatiedon alitermi.



Kuva 2.1: Paikkatieto ja alitermien suhteet (JHS 116)

2.2 Koordinaattitieto ja paikkatiedon referenssijärjestelmät

Edellä esitetyn määritelmän mukaan koordinaattitietoa ovat koordinaattilukuarvot sekä tiedot koordinaattijärjestelmästä ja koordinaattilukuarvojen epävarmuudesta (JHS 116).

Paikkatieto pohjautuu joukkoon referenssijärjestelmiä. Näistä tärkeimmiksi on tunnistettu sijainnin ja ajan referenssijärjestelmät. Nämä mahdollistavat paikkatiedon kohdistamisen maanpinnalla tiettyyn paikkaan ja aikaan. Paikan esittämistä ei tarvitse rajata koordinaattijärjestelmiin. Paikka voidaan esittää myös epäsuoralla tavalla, kuten esimerkiksi postinumeron avulla. Eurooppalaisessa standardointityössä (CEN/TC 287) tällaisia epäsuoria viittausjärjestelmiä kutsutaan eksoottisiksi järjestelmiksi. (Østensen, 1993)

Tässä työssä ei ole tarkasteltu eri koordinaattijärjestelmien välisiä muunnoksia.

2.3 Topologiatieto

Paikkatiedon määritelmän yhteydessä esitettiin, että topologiatiedolla tarkoitetaan geometrinen yksilöiden välistä suhdetta kuvaavaa tietoa. (JHS 116)

Sanakirjassa topologia määritellään opiksi geometrisista ominaisuuksista, joihin eivät vaikuta muutokset muodossa (*shape*) ja koossa. (The Oxford Handy Dictionary, 1991)

Topologia on laaja käsite, jota paikkatietoalan kirjallisuudessa on käsitelty varsin vaihtelevasti. Erityisesti käsitteen rajausta vaihtelee eri lähteissä. *Topologiatiedolla tarkoitetaan paikkatietojärjestelmissä tietomallissa eksplisiittisesti ilmaistuja kohteiden välisiä relaatioita.*

Esimerkkinä topologiatietoa sisältämättömästä tiedosta voidaan pitää pistetiedostoa, joka sisältää pelkät koordinaatit. Sen sijaan esimerkiksi viivan pisteiden välillä on jo topologiatietoa eli viivan pisteet yhdistetään tietyssä järjestyksessä. Paikkatietoalan kirjallisuudessa topologialla tarkoitetaan usein laajan topologiakäsitteen osakäsitteitä.

Paikkatietokirjallisuudessa topologialla tarkoitetaan useimmiten viivatopologiaa. Yleisesti esitetään topologiaan liittyvinä käsitteinä viereisyys (*adjacency*) ja yhdistyvyys (*connectivity*). DIME on klassinen tapa koodata topologiatietoa. (Cromley, 1992) Laurini ja Thompson (1992) mainitsevat topologisina ominaisuuksina seuraavat käsitteet: jatkuvuus, viereisyys, suuntaus ja sisältyvyys.

Kohteet voidaan jakaa nolla-, yksi- ja kaksiulotteisiin eli pisteisiin, viivoihin ja alueisiin. Tasojen välillä voidaan määritellä seuraavat ominaisuudet: alemman tason kohde ympäröi (*bounded*) ja ylemmän tason kohde rajoittuu (*cobounded*). Saman tason kohteiden välillä on määritelty viereisyyskäsite (*adjacency*). (Cromley, 1992)

Topologiaan liittyviä käsitteitä ovat myös polkutopologia (*path topology*) sekä verkkotopologia (*network topology*). Nämä käsitteet on määritelty viereisyysrelaation esiintymisen perusteella. Polkutopologiassa puhutaan avoimen polun topologiasta, kun kullakin kohteella on vain yksi naapuri. Suljetun polun topologiassa kullakin kohteella on täsmälleen kaksi naapuria. Verkkotopologiassa yhdellä kohteella on vähintään kolme naapuria. (Cromley, 1992)

Topologisella eheydellä tarkoitetaan topologisen tiedon kattavuutta ja virheettömyyttä. Topologiatietoa sisältävän tiedon vastakohtana voidaan pitää spagettidataa eli aineistoa, josta topologiset tiedot puuttuvat täysin tai ne ovat hyvin yksinkertaisia.

2.4 Geometriatieto

Geometriatieto määriteltiin edellä tiedoksi todellisuuden kohteen kuvaamiseksi valitusta geometrisesta yksilötyypistä ja sen piirteistä sekä geometrisen yksilön topologisista suhteista toisiin geometrisiin yksilöihin. (JHS 116).

JHS 116 määrittelee geometrisen yksilötyypin seuraavasti:

"Geometrinen yksilötyyppi on geometrian esittämisen perusyksikkö kuten piste, viiva ja alue sekä hila-alkio."

Myös kappale ja pinta ovat yksilötyyppejä, mutta niitä ei toistaiseksi ole käsitelty Julkisen hallinnon suosituksissa. Ne löytyvät esimerkiksi ISO 10303-41 standardista.

Laurini ja Thompson (1992) tarkastelevat geometrisia yksilötyyppejä seuraavista kolmesta eri näkökulmasta:

- ulottuvuuksien lukumäärä
- spatiaalisten ominaisuuksien tyyppi/laji
- kuinka näitä voidaan yhdistää tiettyä tarkoitusta varten.

Geometrisiä yksilötyyppejä voidaan tarkastella **ulottuvuuksien lukumäärän** perusteella. Kuten jo topologian yhteydessä todettiin, on piste nollaulotteinen, viiva yksiulotteinen, alue kaksiulotteinen ja kappale kolmiulotteinen yksilötyyppi. Todellisuus on kuitenkin aina kolmiulotteista, joten tulee muistaa, että nolla-, yksi- tai kaksiulotteisuus ovat ihmisen kehittämiä käsitteitä. (Laurini & Thompson, 1992)

Kohteilla on erilaisia **spatiaalisia ominaisuuksia**. Viivamaisten kohteiden spatiaalisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi viivan pituus, mutkaisuus ja suuntautuneisuus. Aluemaisten kohteiden ominaisuuksia ovat esimerkiksi pinta-ala, piirin pituus, alueen liittyminen muihin, reunojen lukumäärä tai päällekkäisyys.

Kappalemaisten kohteiden ominaisuuksia ovat taas esimerkiksi tilavuus, kappaleen kunkin kaksiulotteisen komponentin pinta-ala, piirien pituudet, kohteen koostuminen yhdestä tai useammasta osasta, liittyminen muihin kappaleisiin sekä profiilit ja leikkaukset. (Laurini & Thompson, 1992)

Monet tahot ovat luoneet luokitteluja paikkatietokohteista (*spatial objects*). Seuraavassa taulukossa 2.2 esitellyn jaottelun on tehnyt USA:ssa National Committee for Digital Cartographic Data Standards vuonna 1988. Tässä jaotuksessa nolla-, yksi- ja kaksiulotteiset kartografiset kohteet (*cartografic objects*) on luokiteltu spatiaalisten ominaisuuksien mukaan:

1. Pelkät geometriset operaatiot (Geometry-only operations)
2. Pelkät topologiset operaatiot (Topology-only operations)
3. Geometria ja topologia (Geometry and topology)

Luokittelusta voi nähdä, kuinka monia eri rooleja kartografisilla kohteilla voi olla paikkatietojärjestelmissä. Esimerkiksi piste voi olla sijaintia osoittava piste, itsenäinen kohdepiste, tekstin kohdistusta osoittava piste, alueen referenssipiste tai solmupiste. Vastaavasti viivan roolit eroavat erityisesti viivan kulkutavan ja topologisten ominaisuuksien osalta. Aluemaisten kohteiden rooleista voi mainita erityisesti pikselin, joka on rasterimuotoisen tiedon perusrakenneosa. Taulukoissa 2.2(a), 2.2(b) ja 2.2(c) on esitetty myös englanninkieliset termit, koska kaikilla termeillä ei ole vakiintuneita käännöksiä. Viivamaisten kohteiden selityksissä käytetään pistemäisten kartografisten kohteiden mukaisia termejä.

Suomessa erilaisten geometrysten yksilötyyppien esittämistä käsitellään JHS 117:ssä. Kaikkiin tyyppeihin voidaan liittää tieto sijainnin epävarmuudesta. Muihin kuin hilaan voidaan liittää tieto topologisista suhteista. (JHS 117)

PISTEMÄISET KARTOGRAFISET KOHTEET (<i>Point cartographic objects</i>)		
Piste	<i>Point</i>	nollaulotteinen kohde, joka määrittelee sijainnin
Kohdepiste	<i>Entity point</i>	määrittelee kohteen
Tekstipiste	<i>Label point</i>	tekstipiste
Aluetunnuspiste	<i>Area point</i>	sisältää alueen ominaisuustiedot
Solmu	<i>Node</i>	topologinen solmu- tai loppupiste

Taulukko 2.2(a): Pistemäiset kartografiset kohteet (Laurini & Thompson, 1992)

VIIVAMAISET KARTOGRAFISET KOHTEET (<i>Line cartographic objects</i>)		
Viiva	<i>Line segment (Line)</i>	suora; kaksi pistettä yhdistävä viiva
Linkki (reuna)	<i>Link (Edge)</i>	kaksi solmua yhdistävä viiva
Suunnattu linkki	<i>Directed(oriented)link</i>	kaksi solmua yhdistävä viiva, jolla lisäksi suunta
Kaari (viiva)	<i>Arc (Line)</i>	kaareva viiva
Murtoviiva	<i>String (Polyline)</i>	murtoviiva, eli suorista viivoista koostuva viiva
Ketju (kaari)	<i>Chain (Arc)</i>	viivaketju, jonka päätepisteet solmuja
Suunnattu ketju	<i>Network (oriented) chain</i>	viivaketju, jonka taitepisteet ovat solmuja ja jolla on suunta
Täydellinen ketju	<i>Complete chain</i>	ketju, joka koostuu suunnatuista linkeistä ja tiedosta viivan naapureista (oikea, vasen)
Sulkeutuva murtoviiva	<i>Ring of strings (Closed polyline)</i>	suorista viivoista koostuva sulkeutuva murtoviiva
Sulkeutuva kaariviiva	<i>Ring of arcs</i>	kaarista koostuva sulkeutuva viiva
Linkkirengas	<i>Ring of links (Closed polyline)</i>	linkeistä koostuva sulkeutuva viiva
Sulkeuva ketjurengas	<i>Ring of chains (Oriented polyline)</i>	sulkeutuva suunnattu viivaketju

Taulukko 2.2(b): Viivamaiset kartografiset kohteet (Laurini & Thompson, 1992)

ALUEMAISET KARTOGRAFISET KOHTEET (<i>Area cartographic objects</i>)	
Sisäpuolinen alue	<i>Interior area</i>
Yksinkertainen monikulmio (vain yksi reunaviiva)	<i>Simple polygon (only one boundary)</i>
Kompleksi monikulmio (useita reunaviivoja)	<i>Complex polygon (several boundaries)</i>
Pikseli	<i>Pixel</i>
Ruuduston/hilan alkio	<i>Grid cell (pixel array)</i>

Taulukko 2.2 (c): Aluemaisten kartografiset kohteet (Laurini & Thompson, 1992)

2.5 Metatieto/hakemistotieto

Metatiedolla eli hakemistotiedolla tarkoitetaan tietoa kuvailevaa tietoa. Varsinaisen paikkatiedon lisäksi paikkatietojärjestelmään voi olla talletettuna dokumentoivaa aineistoa eli ns. metatietoa (metainformation). Tämä aineisto voi sisältää kohteiden ja ominaisuustietojen määritelmiä, tietoa aineiston koodauksesta ja siihen käytetyistä kriteereistä, tietoja aineiston alkuperästä ja laadusta ja muuta tarpeellista informaatiota. (Laurini & Thompson, 1992)

2.6 Paikkatiedon perusrakenteet

Paikkatietoaineistot ovat tyypillisesti pisteistöjä, verkostoja, aluejakoja tai ruudustoja (PYK 2.0 s.1-1). Sijaintitiedot voidaan esittää joko rasteri- tai vektorigeometrisen mallin mukaan. Näitä käsitellään tarkemmin luvuissa 2.6.1 ja 2.6.2.

Moellering (1992) on todennut, että kartografiset yksilöt ovat todellisuuden kohteiden numeerisia esityksiä ja siten kaikkien paikkatietojärjestelmien perusrakennealkioita. Yksilötyyppien on oltava modulaarisia ja niistä on pystyttävä kokoamaan monimutkaisempia ja korkeampiulotteisia rakenteita.

Erilaisten mallien (vektori, rasteri) mukaan kuvattujen paikkatietojoukkojen välisiä muunnoksia ei käsitellä tässä työssä.

2.6.1 Vektorimuotoinen tieto

Vektorigeometrisessa mallissa kohteet kuvataan ja tallennetaan pisteinä, viivoina tai alueina. Myös näiden yhdistelmiä voidaan käyttää.

Pisteet voivat kuvata havaintopisteitä, luonnon pistemäisiä kohteita tai alueisiin viittaavia referenssipisteitä. Viivat voivat joko muodostaa verkoston, rajata alueita tai esittää samanarvonkäyriä. Alueet voivat olla erillisiä alueita tai muodostaa aluejakoja. Vektorimuotoista tietoa kutsutaan spagetiksi, jos kartan viivojen tallennuksessa ei ole välitetty niiden muodostamista kokonaisuuksista.

Rakenteellisesti geometristen alkioden välille muodostuu hierarkkinen suhde: alueet rajautuvat reunaviivoihin ja viivat rakentuvat ohjauspisteistä. (PYK 2.0)

Geometristen alkioden välillä voi olla topologisia suhteita. Esimerkiksi piste voi olla usean viivan yhteinen solmupiste tai viiva voi olla naapurialueiden välinen yhteinen reunaviiva. (PYK 2.0)

Kolmiulotteisessa mallintamisessa voidaan käyttää monimutkaisempia geometrisia yksilötyyppejä. Tällaisia ovat pinnat ja kappaleet. Näiden osalta ei ole vielä olemassa vakiintunutta esittämistapaa. Tavanomaisin tapa tehdä kolmiulotteinen malli on muodostaa se erimuotoisista kolmioista koostuvana kolmioverkkona (TIN=triangular irregular network). (PYK 2.0)

2.6.2 Rasterimuotoinen tieto

Rasterigeometrisen mallin mukaan alue kuvataan ruudustona. Ruudusto voi olla pikseleistä koostuva (kaksiulotteinen) rasteri tai hila-alkioiden muodostama (kolmiulotteinen) hila. Yleensä ruudut ovat vakiokokoisia (pixel, grid cell).

Ruutumuotoisen tiedon tiivistämiseen on olemassa lukuisia menetelmiä, joilla tieto saadaan tiivistettyä jopa murto-osaan alkuperäisestä. Tavanomaisia

tiivistysmenetelmiä ovat run length -koodaus tai quad tree -koodaus.

Kolmiulotteisessa mallintamisessa kuutioina (*voxel*) esitetyn tiedon tiivistämiseen on vastaavia menetelmiä. (PYK 2.0)

Rasterimuotoista tietoa saadaan esimerkiksi skannaamalla. Myös satelliittitiedot ovat rasterimuodossa. Eräänlainen rasterimuotoisen tiedon erikoistapaus on tilastotiedojen pohjana usein käytetty ruudusto, joka on fyysisesti pikselikooltaan paljon tavanomaista suurempi. (Makkonen, 1987, s.94)

2.7 Paikkatiedon rakenteet tiedonsiirron kannalta tarkasteltuna

Tällä hetkellä käytössä olevista tiedonsiirtoformaateista useimmat on tarkoitettu tietyssä muodossa esitetyn paikkatiedon siirtoon. Formaatteja on erikseen vektorimuotoisen ja rasterimuotoisen tiedon siirtoa varten. Monissa standardeissa on myös eri tasoja tai vastaavia vektori- ja rasterimuotoisen tiedon siirtoa varten (esimerkiksi NTF). Paitsi tiedon rakenne (vektori/rasteri) vaihtelee eri formaattien kyky esittää topologiatietoa ja ominaisuustietoa.

Useimmat formaatit pystyvät siirtämään koordinaattitietoa ja geometriatietoa. Tosin koordinaattiesityksessä voi olla rajoituksia (esimerkiksi erilliskoordinaatisto). Samoin siirtoformaatin tukemien geometristen yksilötyyppien valikoima voi olla toista suppeampi. Topologiatiedon siirtäminen ei onnistu kaikissa formateissa. Aluejaotus siirretään useimmiten viivoina ja aluetunnuspisteinä. Ominaisuustietojen siirtäminen on usein hyvin rajoitettua. Yleensä se rajoittuu pistenumeroiden tai vastaavien siirtämiseen sekä kohteen luokituksen siirtämiseen. Useimmiten ominaisuustietoja siirretään irrallisina teksteinä, jotka kohdejärjestelmässä pyritään liittämään oikeisiin kohteisiin joko interaktiivisesti (käsin) tai tiettyjen sääntöjen perusteella automaattisesti.

Paikkatiedon geometriaan ja topologiaan palataan tarkemmin myöhemmin, kun tarkastellaan näiden esittämistä paikkatiedonsiirtostandardeissa.

3. Paikkatietojärjestelmä

3.1 Historiaa ja nykytilaa

Paikkatietojärjestelmien kehitys on alkanut 1960-luvun alussa, jolloin sijainniltaan tunnettuja kohteita kuvaavaa tietoa on sisällytetty digitaalisesti käsiteltäviin tietokonetiedostoihin. Tietoa talletettiin ja käsiteltiin tietokoneessa ja tulokset esitettiin eri tavoin tulostettuina graafisina karttoina. Nykyaikaiset vektori- ja rasteripohjaiset paikkatietojärjestelmät ovat kehittyneet näistä järjestelmistä. (Dangermond, 1992).

Tänä päivänä paikkatietojärjestelmiä käyttävät tuhannet julkiset ja yksityiset organisaatiot ympäri maailmaa hyvin monipuolisiin ja erilaisiin sovelluksiin. Ala on kasvanut 25 - 40 % vuodessa ja jos kasvuvauhti jatkuu ennallaan, arvioidaan vuonna 2000 yli miljoonan ihmisen käyttävän paikkatietojärjestelmiä. (Dangermond, 1992). Kasvuennuste vuosittain 1995-1998 on 12 % (Dataquest).

3.2 Paikkatietojärjestelmän määritelmä

Paikkatietojärjestelmälle löytyy kirjallisuudesta monia määritelmiä. Määritelmät voidaan jakaa lähtökohdaltaan tietopohjaisiin ja toimintopohjaisiin määritelmiin. Tietopohjaisessa määritelmässä paikkatietojärjestelmä määritellään sen käsittelemien tietojen perusteella; toimintopohjainen määritelmä kertoo mitä kaikkea paikkatietojärjestelmällä voi tehdä. Suomessa paikkatietojärjestelmä määritellään tietopohjaisesti.

Julkisen hallinnon suosituksessa 116 paikkatietojärjestelmä määritellään seuraavasti:

"Paikkatietojärjestelmä on tietojärjestelmä, joka käsittelee paikkatietoa."

Myös Artimo (1994) on määritellyt paikkatietojärjestelmän lähes samoin, mutta määritelmässä on korostettu tietokonepohjaisuutta:

"Paikkatietojärjestelmiä ovat kaikki tietokonepohjaiset järjestelmät, jotka

käsittelevät paikkatietoa.

Tämän määritelmän perusteella paikkatietojärjestelmiä ovat yhtä lailla CAD-pohjaiset maankäytön suunnittelujärjestelmät, tiedostopohjaiset kartantuotantojärjestelmät taikka kulkuneuvojen navigointijärjestelmät. (Artimo, 1994) .

Dangermond (1992) määrittelee paikkatietojärjestelmän seuraavasti:

"Paikkatietojärjestelmä (GIS) on tietokonelaitteistosta, ohjelmistosta ja paikkatiedosta muodostuva kokonaisuus, joka on suunniteltu tehokkaasti keräämään, tallettamaan, päivittämään, käsittelemään, analysoimaan ja esittämään kaikenlaista paikkatietoa."

Karttatietojärjestelmä on jokaisen paikkatietojärjestelmän osana oleva kartografinen osatietojärjestelmä (*a cartographic information subsystem*) (Artimo, 1994). Karttatietojärjestelmä on enemmänkin semanttinen kuin tekninen käsite.

Karttatietojärjestelmä voi olla joukko paikkatietojärjestelmän visualisointitoimintoja tiettyyn tarkoitukseen tai se voi olla itsenäinen kartantuotantojärjestelmä omine tietokantoineen. (Artimo, 1994).

Paikkatietojen yhteiskäytön käsikirjassa karttatietojärjestelmät selitetään seuraavasti:

karttatietojärjestelmä on paikkatietojärjestelmä, joka on suuntautunut karttatietojen talletukseen ja kartantuotantoon. (PYK, 1994)

3.3 Paikkatietojärjestelmien tietokonelaitteistot

Tietokonelaitteiston nopea kehittyminen on ollut yksi päätekijä paikkatietoteknologian nopeassa kehityksessä. Paikkatietojärjestelmiä on kaikissa laiteympäristöissä - suurkoneissa, minitietokoneissa, työasemissa, mikrotietokoneissa sekä tietokoneverkoissa. Ensimmäiset paikkatietojärjestelmät toimivat suurkoneissa. Nykyisin suurkoneissa toimivia paikkatietojärjestelmiä on

suurissa tietokonekeskuksissa. Ne tukevat usein tavattoman suuria, 'on-line'-paikkatietokantoja, joita päivitetään automaattisesti ja joihin pääsevät useat käyttäjät. Kansainvälisten ja maailmanlaajuisten paikkatietojen yleistyessä suuri- ja keskikoneissa toimivat paikkatietojärjestelmät näyttävät säilyvän tulevaisuudessakin. (Dangermond, 1992)

1970-luvun puolivälistä 1980-luvun alkuun olivat osituskäyttötilassa (*timesharing*) ajettavat minikoneet paikkatietojärjestelmien pääasiallisin laitteistotyyppi. 1980-luvun puolivälissä paikkatietojärjestelmiä tuli mikrotietokoneille (taustalla mikrotietokoneiden käytön räjähdysmäinen kasvu 1980-luvun alusta puoleenväliin). Hyvin tehokkaat työasemat ovat kasvattaneet toiseksi eniten osuuttaan paikkatietojärjestelmien laitteistoista. Työasemien laskentatehosta ja grafiikan suorituskyvystä on etua ja ne ovat tehokkaita solmuja sekä lähi- että laajemmissa verkoissa, jos tiedonsiirtonopeudet ovat riittävän korkeat. (Dangermond, 1992)

Uusinta kehitystä on yhdistää eri laitteistot (tietokoneet, tallennusvälineet, tulostuslaitteet jne.) laskentaverkoksi. Tällaiset verkot ovat nopeasti korvaamassa monenkäyttäjän keskuskonejärjestelmät. (Dangermond, 1992)

3.4 Paikkatietojärjestelmien tietokannat

Paikkatietojärjestelmien suunnittelussa on ollut tavoitteena hallita suuria määriä paikkaan sidottua tietoa. Informaatio voi olla sekä luonnon että ihmisen tekemään ympäristöön liittyvää. Aiemmin tällaiset tietokannat luotiin tiettyä yksittäistä projektia varten ja pantiin syrjään projektin valmistuttua. Nykyisin tietokannat luodaan pitkäaikaista, jaettua käyttöä varten ja niitä päivitetään säännöllisesti. Joitain tietokantoja ylläpidetään tietokantojen välisillä tapahtumilla (*by transactions with the databases*). (Dangermond, 1992)

Tietokoneiden kehitys, verkotus ja parannetut paikkatieto-ohjelmistot mahdollistavat maailmanlaajuisten tietokantojen käytön, kunhan ne tulevat saataville. Jo nyt on saatavilla kansallisia tietokantoja eri aiheista. (Dangermond, 1992)

Vaikka tietokannat ovat jatkossakin yksi suurimmista paikkatietojärjestelmän

kustannuksista, jatkavat eri organisaatiot investointeja tietokantojen luontiin. Tämä sen takia, että paikkatietojärjestelmien tuottamat hyödyt kustannuksiin nähden ovat suuremmat perinteisiin manuaalisiin menetelmiin verrattuna. (Dangermond, 1992)

3.4.1 Tiedonhallintajärjestelmät ja sijaintitiedonhallinta

Tiedonhallintajärjestelmä koostuu kokoelmasta toisiinsa liittyvää tietoa (tietokannasta) sekä joukosta ohjelmia, joilla tätä tietoa voidaan hallita eli tallettaa ja hakea. (Korth & Silberschatz, 1986)

Paikkatieto voidaan tallettaa eri tietomallien mukaisesti. Yksinkertaisimmillaan tieto voidaan tallettaa tiedostoihin ryhmiteltyinä tietueina. Tällöin puhutaan tiedostopohjaisesta tiedonhallinnasta. Tietokantapohjaisen tiedonhallinnan klassisia tietomalleja ovat hierarkkinen, verkko- sekä relaatiomalli. Tällä hetkellä kehityksen alla ovat oliomallit. Relaatiomalli on suosittu, koska siinä tietojen välisiä yhteyksiä ei tarvitse tietää etukäteen kuten hierarkisessa tai verkkomallissa. (Laurini & Thompson, 1992, Mononen, 1993)

Paikkatietojärjestelmien on pystyttävä käsittelemään tietoa, joka kuvaa sijaintiin liittyviä tekijöitä, kuten esimerkiksi paikkaa tai ulottuvuutta sekä maantieteelliseen avaruuteen sijoitettujen kohteiden piirteitä. Paikkatiedon hallinta on monimutkaisempaa kuin attribuuttitiedon hallinta. Eri luonteisten tietojen asettamien vaatimusten täyttäminen on johtanut siihen, että paikkatietoalalla on tietokanta-arkkitehtuurin osalta käytössä kaksi perusratkaisua: yhden (yhtenäisen) ja kahden tietokannan arkkitehtuurit. (Robinson & Mackay, 1993)

Yhden tietokannan mallissa paikkatieto ja muu tieto ovat yhdessä tietokannassa ja sitä hallitaan yhdellä tietokantakuvauksella ja -kielellä. Kaikki tieto on tällöin yhteisen turvallisuushallinnan, eheystarkistusten, kommunikaatio- ja tapahtumahallinnan alasta. Ilman yhteistä tietokannanhallintaa viittauksellinen eheys voi helposti kadota. Tällaisen tietokantamallin toteutukseen on usein käytetty relaatiotietokantateknologiaa. (Robinson & Mackay, 1993)

Kahden tietokannan malli tallettaa ja hallitsee paikkatiedon ja muun tiedon erillään toisistaan riippumattomissa rakenteissa, jotka ovat usein omia ohjelmistojärjestelmiään. Muu kuin paikkatieto tai attribuuttitieto voidaan pitää

relaatiotietokannassa ja näihin tietoihin päästään käsiksi tietokantakieltä (esimerkiksi SQL) käyttäen. Paikkatietoa voidaan käsitellä erityisellä paikkatietojen kyselykielellä. Kahden tietokannan järjestely juontaa aiemmista rajoituksista. Nämä rajoitukset ovat johtuneet siitä, että paikkatiedon käsittelyyn käytettiin teknologiaa, jota ei oltu suunniteltu alunperin siihen tai linkkiytymisestä paikkatietoa sisältämättömiin tietokantoihin.

Paikkatiedonhallintaratkaisut voidaan jakaa vielä tarkemmin seuraaviin ryhmiin.

- 1) erillinen sijaintitiedonhallintajärjestelmä, josta avoimia yhteyksiä ominaisuustiedonhallintajärjestelmiin
- 2) erilliset, yhteen kytketyt sijainti- ja ominaisuustiedonhallintajärjestelmät
- 3) yhteinen ominaisuus- ja sijaintitiedonhallintajärjestelmä
- 4) osa sijaintitiedosta on ominaisuustietojen kanssa samassa tiedonhallintajärjestelmässä ja osa sijaintitiedoista on erillisessä sijaintitietojärjestelmässä.

Näistä ensimmäinen tapa on vanhentunut. Yleisin tapa paikkatiedonhallintaratkaisussa on erilliset, yhteen kytketyt sijainti- ja ominaisuustiedonhallintajärjestelmät. (Helokunnas, 1994)

3.4.2 Sijaintihakemistot

Paikkatietojärjestelmissä voidaan käyttää erityistä sijaintihakemistoa (*spatial index*), jonka tehtävänä on nopeuttaa paikkaan liittyvän tiedon saantia erityisesti laajoista tietokannoista. (Laurini & Thompson, 1992)

Paikkatiedon indeksoinnin tärkein tehtävä on tarjota pääsy paikkatietoihin. Mekanismi voi olla yksinkertainen, kuten maantieteellinen nimi tai monimutkainen, kuten monista osista muodostuva, ketjutettu numerokoodi. Joka tapauksessa sijainti-indeksi tarjoaa pääsyn tiettyyn sijaintiin tai kohtaan maapallolla, ei välttämättä suoraan kohteeseen. (Laurini & Thompson, 1992)

Sijainti-indeksi on numeerinen avain, joka assosioituu tiettyyn paikkaan. Sijaintitietohakemisto voidaan toteuttaa useilla erilaisilla menetelmillä. Yksi mahdollisuus on asettaa paikkatiedon päälle ruudusto ja käyttää ruutujen koordinaatteja. Muita vaihtoehtoja indeksointiin ovat erilaiset tilan täyttävät käyrät

kuten peano-käyrä. Myös quad-tree on paljon käytetty sijaintihakemistoissa. Yksi vaihtoehto on käyttää kohteita ympäröiviä suorakaiteita, jotka on järjestetty joko R-puuna tai R^+ -puuna. (Laurini & Thompson, 1992)

Käytännössä harvoissa paikkatietojärjestelmissä on toteutettu sijaintihakemisto. Joissain järjestelmissä pääsee tietokantaan käsiksi osoittamalla hiirellä tai kursorilla pisteitä tai laatikoita. Muuten pääsy tietokantatietoihin tapahtuu nimien tai numeeristen tunnisteiden avulla. Joskus topologinen naapuruus tarjoaa pääsyn tietoihin. (Laurini & Thompson, 1992)

3.4.3 Paikkatietokantojen kyselykielet

Paikkatietomallin valinnalla (käytetäänkö rasteri- vai vektoripohjaista tietomallia), on historiallisesti ollut perustava vaikutus tietokanta- tai kyselykieleen. Nykyiset paikkatiedon kyselykielet ovat yleensä tiukasti sidottuja käytettyyn tietomalliin. Tietomalli ratkaisee kielen rakenteen ja komentojen merkityksen. (Robinson & Mackay, 1993)

Kyselykielet ovat käyttäjän peruskeino käyttää (*access*) ja hallita olemassa olevia tietokantoja. Kahden tietokannan järjestelmässä attribuuttitieto pidetään relaatiotietokannassa, josta tietoa haetaan tietokantakielellä, kuten SQL. Paikkatiedon hakuun käytetään erityistä paikkatietokyselykieltä. Yhtenäinen tietokanta käsittelee paikkatietoa ja muuta tietoa yhden tietokantakehyksen ja -kielen avulla. (Robinson & Mackay, 1993) SQL -tietokantakieltä laajennetaan käsittämään geometrisia kyselyitä eli GSQL:ksi. Uudessa SQL3 standardissa tulee olemaan sijaintitiedonhallintaa tukevat laajennukset (SQL3/MM/Spatial, ISO/IEC JTC1/SC 21 WG3).

4 Tiedon siirtoprosessi

Aluksi on tarkasteltava tiedonsiirron perusedellytyksiä, eli milloin edellytykset tiedonsiirrolle ylipäättensä ovat olemassa. Tämän jälkeen esitellään Moelleringin esittämää teoriaa kartografisesta tiedonsiirtoprosessista. Tämän jälkeen esitellään paikkatiedonsiirron viitemalli (GDIM), joka antaa hyvän kuvan tiedonsiirtotapahtuman laajuudesta.

Tässä työssä ei käsitellä 'fyysistä tiedonsiirtoa' eli esimerkiksi tietovälineitä tai verkkoprotokollia, joita on käsitelty tekijän erikoistyössä. Paikkatietojärjestelmien tietojen siirrossa voidaan käyttää samoja tietovälineitä kuin muussakin tietokonejärjestelmien välisessä tiedonsiirrossa. Samoin mm. tiedonsiirto verkoissa pohjautuu yleisiin verkkostandardeihin.

4.1 Tiedonsiirron perusedellytykset

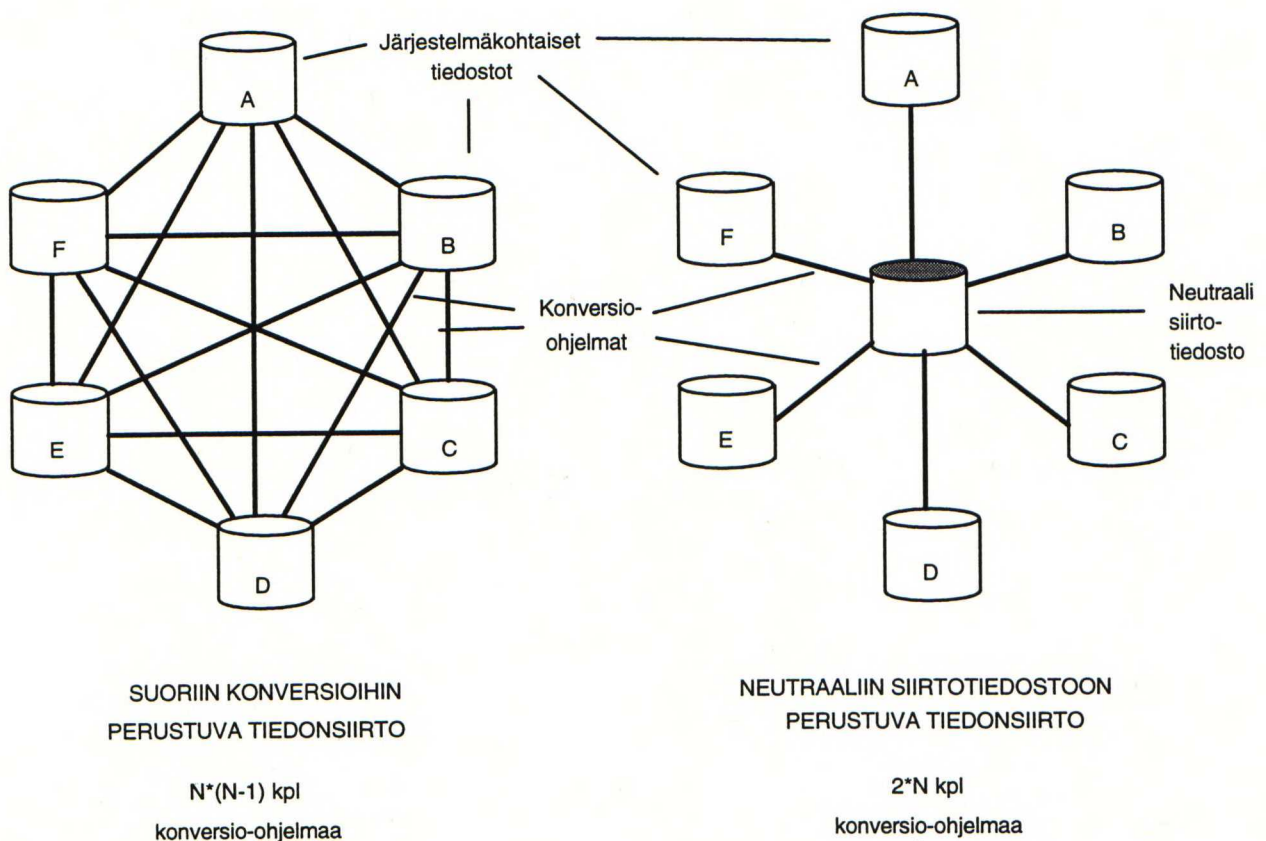
Jotta tiedonsiirto eri tietojärjestelmien välillä on toteutettavissa, edellytetään siirrettävältä tiedolta seuraavia ominaisuuksia:

- loogista yhteensopivuutta (mm. tietomallit ja nimikkeistöt)
- standardoitua esitystapaa (mm. tiedonsiirtoformaatit, tuotetunnukset ja EDI-sanomasuosituksiset)
- elektronista siirtoa eri tietokonejärjestelmien välillä (julkinen tietoverkko ja sitä tukeva sähköpostiohjelmisto tai esimerkiksi muistilevykkeiden postittaminen)
- osapuolten välistä sopimusta tiedonsiirron toteutustavoista. (Lautanala, 1993)

Tiedon looginen yhteensopivuus on perusedellytys tietojen siirtämiselle eri järjestelmien välillä. Loogisesti yhteensopiva tieto on aina muunnettavissa erityisen muunnosohjelman avulla toiseen muotoon. Esitystapastandardien noudattaminen vähentää ratkaisevasti tarvittavien muunnosohjelmien määrää. Suoriin konversioihin perustuvassa tiedonsiirrossa tarvitaan kuhunkin järjestelmään konversio-ohjelma jokaista muuta järjestelmää varten eli $N*(N-1)$ kappaletta konversio-ohjelmia. Jos käytetään neutraaliin siirtotiedostoon perustuvaa tiedonsiirtoa, tarvitaan kuhunkin järjestelmään konversio-ohjelma vain neutraalimuotoa varten ja päinvastoin eli $2*N$ kappaletta. Konversio-ohjelmien tarve näkyy hyvin kuvasta 4.1. Järjestelmien lukumäärän kasvaessa standardoitu siirtomuoto on ainoa järkevästi toteutettavissa

oleva tapa. Elektronisen tiedonsiirron ratkaisut ovat valmiina saatavissa alan ulkopuolelta. Tiedonsiirron menettelytavat on luotava alan omassa piirissä. (Lautanala, 1993)

Kun tietoa siirretään kahden erilaisen järjestelmän välillä, on vastaanottavassa järjestelmässä oltava ilmaisuvoimaltaan vähintään samanlainen rakenne kuin luovutettavassa aineistossa, jotta välittyvän informaation määrä säilyisi. Toinen edellytys tiedon määrän säilymiselle on, ettei tietomallia jouduta typistämään käsitelmien ja arvojoukkojen erojen takia. Tieto ei koskaan lisäännä siirrossa, mutta yleensä se vähenee. Jos kohdetyypit ja tietojen luokitukset poikkeavat, olisi muuntaminen voitava tehdä yleistämällä yksityiskohtaisempi tieto yleiseksi. Jos tietojen määritelmät poikkeavat tai luokitukset eroavat pääkohdiltaan, voi tämä olla ylipääsemätön este siirretyn tiedon käyttöön saamiselle. (Ahonen, 1993)



Kuva 4.1: Suoriin konversioihin ja neutraalitiedostoon perustuva tiedonsiirto. (Lautanala, 1993)

4.2 Electronic Data Interchange (EDI) näkemys

Organisaatioiden välisen tiedonsiirron (OVT/EDI) ratkaisussa tiedonsiirto jaetaan kolmeen kerrokseen, jotka ovat **tietosisältö**, **esitystapa** ja **kuljetus**. Esitystapa jakautuu kielioppiin ja merkistöön. Tietosisältökerroksessa esitetään tiedon semantiikka ja rakenne. Kuljetuskerros määrittelee tiedon siirrossa käytettävät välineet ja kanavan. Tasojen erottaminen toisistaan on tärkeää, koska se mahdollistaa esimerkiksi kuljetustavan vaihtamisen tekniikan kehittymisen myötä. (Rainio)

TIETOSISÄLTÖ : semantiikka, rakenne

ESITYSTAPA : merkistö, kielioppi

KULJETUS : väline, kanava

Tietosisältötasolla on siirron osapuolten oltava yksimielisiä termien semantiikasta. (Kohteiden nimien ja attribuuttien on viitattava samaan todellisuuteen; arvoilla ja koodeilla on oltava yhteensopivat selitykset). Tietosisältötaso on tiedonsiirron vaikein osa, koska eri osapuolilla on erilaiset perinteet mallintaa todellisuutta (Rainio)

Esitystapatasolla on valittava yhteinen merkistö ja syntaksisäännöt. Syntaksin on oltava riittävän ilmaisuvoimainen erilaisten tietorakenteiden ja semantiikan esittämiseen.

Kuljetustasolla on siirron osapuolien valittava yhteinen tiedonsiirtoväylä tai -väline. Tiedonsiirtotaso voidaan jakaa kerrokseen kuten ISO/OSI-mallissa. Ylimpänä tasona on sovelluskerros, jonka toteutuksena voi olla esimerkiksi X.400 tai FTP. (Rainio)

4.3 Moelleringin kuvaama tietokannan siirto

Professori Harold Moellering Ohiota on esittänyt oman näkemyksensä tiedonsiirtoprosessin teoriasta johdannossaan ICA:n julkaisemaan kirjaan Spatial Database Transfer Standards: Current International Status. Moellering puhuu kartografisista kohteista, mutta hänen esittämänsä periaatteet soveltuvat yleisemminkin paikkatiedon siirtoon.

4.3.1 Tietotasot

Mollering (1991) esittelee Nyergenin tietotasot, jotka määrittelevät paikkatiedon tasot todellisuuden tasolta aina tietokoneen muistitasolle saakka. Tasot ovat pohjana hänen esittämälleen teorialle siirtoprosessista ja ne esitetään sen vuoksi tässä. Perusajatuksena on jakaa todellisuuden mallintaminen tasoihin siten, että tiedon fyysinen tallentaminen tietokoneelle on alin taso.

Nyergenin tietotasot:

- 1) Todellisuus (*Data reality*)
- 2) Informaation rakenne (*Information Structure*)
- 3) Kanoninen rakenne (*Canonical Structure*)
- 4) Tietorakenne (*Data Structure*)
- 5) Tallennusrakenne (*Storage Structure*)
- 6) Koneen koodaus (*Machine Encoding*).

Ensimmäinen eli todellisuustaso kattaa todellisen maailman ja siihen kuuluvan tiedon käsittäen kartografiset kohteet ja niiden väliset suhteet.

Informaation rakenteella tarkoitetaan formaalista mallia, joka määrittelee tiettyyn ilmiöön liittyvän tiedon organisoinnin. Malli käsittää tietoluokat ja niiden väliset suhteet sekä toimii runkona kanoniselle rakenteelle.

Kanonisella rakenteella tarkoitetaan tietomallia, joka esittää tietojoukon luonnollisen rakenteen. Malli on riippumaton tätä tietojoukkoa hallitsevista erityisistä sovelluksista ja järjestelmistä.

Tietorakenteella tarkoitetaan tässä tiedon loogista organisointia, joka on suunniteltu

tiettyä järjestelmää varten ja jossa tietyt suhteet ja linkit on toteutettu.

Tallennusrakenne määrittelee kuinka tietty tietorakenne on tallennettu tiedostoihin tiettyssä järjestelmässä.

Koneen koodaus on fyysinen esitys siitä, kuinka edellä määritelty tietorakenne on tallennettu tietokonelaitteiston fyysisille laitteille.(Moellering, 1991)

Tiedon mallintaminen voidaan jakaa tasoihin myös toisin. Laurini & Thompson (1992) esittävät seuraavan tasojaon:

Todellisuus (*Real world*)

Ulkoiset osamallit (*External models (n*)*)

Käsittemalli (*Conceptual model*)

Looginen malli (*Logical model*)

Sisäinen malli (*Internal model*).

Tasojako eroaa Nyergenin tietotasoista, mutta perusajatus on tässäkin sama.

4.3.2 Kartografinen tiedonsiirtoprosessi

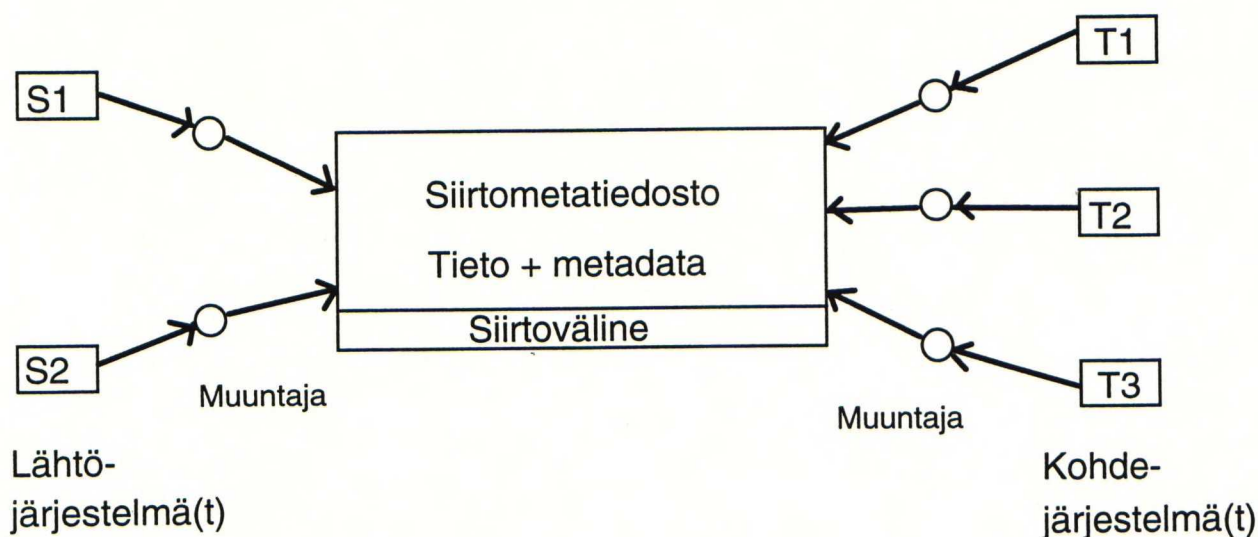
Moellering (1991) esittää kartografisen tiedonsiirtoprosessin seuraavasti (kuva 4.2).

Lähtöjärjestelmän tieto muunnetaan siirtometatiedostoksi (tieto + metadata) sopivalla ohjelmalla. Kohdejärjestelmä taas lukee siirtometatiedostosta sopivalla ohjelmalla tiedon itselleen sopivaan muotoon.

Periaatteessa kuvatus tiedonsiirtoprosessin olisi pystyttävä siirtämään ainakin seuraavia tietoja:

- kuvaukset todellisuuden kohteista ja niihin liittyvät ominaisuudet
- kartografiset kohteet, jotka käsittävät kohteiden geometrian ja topologian
- informaatiota siirrettävän tiedon laadusta
- muuta tarpeellista tietoa esimerkiksi projektiosta ja koordinaattijärjestelmästä.

(Moellering, 1991)



Kuva 4.2: Kartografinen tiedonsiirtoprosessi (Moellering, 1991)

4.3.3 Siirtoprosessi ja tietomalli

Jotta tiedonsiirto ylipäättensä onnistuisi, on lähtötietokannan ja kohdetietokannan tiedonrakennetasojen oltava yhteensopivia. Taso käsitti tietoluokat ja niiden väliset suhteet. Tällöin tiedonsiirto on mahdollista, jos alemmat Nyergenin tasot ovat yhteensovitettavissa. Kanoninen rakenne eli Nyergenin taso kolme määrittelee tietokannassa olevan tiedon mallin. Tällaisia malleja ovat mm. vektori ja rasteri. Ne eivät ole keskenään yhteensopivia. Moellering on rajannut vektorin ja rasterin väliset muunnokset käsiteltävän tiedonsiirto-ongelman ulkopuolelle. Hän käsittelee tiedonsiirtoa näiden perusjoukkojen sisällä.

Tietomalli määrittelee paikkatiedon formaalisen organisoinnin tietyssä järjestelmässä. Jos kahden järjestelmän tietomalli on identtinen, on siirto suora, vaikka tietorakenne (Nyergenin taso neljä) olisi toteutettu eri tavoin. Moellering ei keskity tietokoneiden arkkitehtuureiden eroihin. Tavallisempi tapaus on, että lähtö- ja kohdejärjestelmän tietomallit eroavat, vaikka ne kuuluvat samaan tietorakennejoukkoon (vektori tai rasteri).

Myöhemmin kuvattavia siirtomekanismeja ei ole suunniteltu luomaan uutta tietoa kohdejärjestelmään. Peruseriaate on, että tällainen tiedonsiirto on informaatiota

hukkaavaa, vaikka onkin tehotonta tehdä niin. Uutta tietoa ei voida luoda.

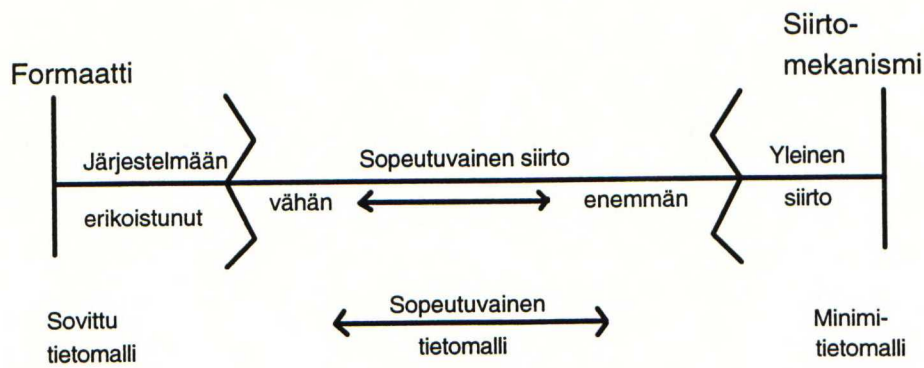
Tiedonsiirtoprosessin on myös kyettävä rakentamaan tieto uudestaan siten, että se sopii kohdejärjestelmän tietorakenteeseen. Prosessin on myös selvittävä tallennusrakenteessa olevista eroista. Myös käyttöjärjestelmän ja tietokonearkkitehtuurin aiheuttamat erot on käsiteltävä oikein tiedonsiirtoprosesseissa.

4.3.4 Tiedonsiirtomekanismi

Kansalliset standardiehdotukset eroavat selvästi siinä, millainen mekanismi suorittaa itse siirtoprosessin. Moellering esittää seuraavan käsitteellisen kehikon eri tyyppisille siirtoprosesseille. Kaikissa tapauksissa on siirtomekanismin (*transfer Machinery*) täytettävä kaksi päätehtävää:

- 1) Siirtomekanismin on siirrettävä paikkatieto lähtöjärjestelmästä kohdejärjestelmään vaikka järjestelmien tietomalleissa, tietorakenteissa ja tallennusrakenteissa on eroja.
- 2) Siirtomekanismin on siirrettävä paikkatieto sillä tavoin, että prosessi selviää lähtö- ja kohdejärjestelmän välisistä tietokoneen arkkitehtuurin eroista.

Lähestymistavat ongelmaan vaihtelevat hyvin tarkoista formaateista jonkin kansainvälisen standardin (esim. EDIFACT) käyttöön perustoteutusvälineenä. Jokaisessa standardissa on siirtotiedosto (vertaa aiempaan kuvaan kartografisesta tiedonsiirrosta). Siirtotiedostolla voi olla hyvin jäykkä tietty formaatti eli tietomalli. Kun siirtoformaatti tulee sopeutuvammaksi, tulee myös siirtotiedoston tietomallista vaihtelevampi. Kaikista sopeutuvinta tiedonsiirtostandardin muotoa voidaan kutsua siirtomekanismiksi. Tällöin tietomalli on hyvin sopeutumiskykyinen minimimalli, joka pystyy sopeutumaan suureen joukkoon lähtö- ja kohdemalleja. Tavoitteena voidaan pitää mekanismia, joka maksimoi sopeutuvaisuuden ja minimoi monimutkaisuuden.



Kuva 4.3: Kartografisen tietokannan siirtoprosessien valikoima (Moellering, 1991)

Tiedonsiirtomekanismi kääntää lähtötietokannan siirtometatiedostoksi ja edelleen purkaa (dekoodaa) sen kohdetietokantaan. Siirtometatiedosto siirtyy tietokonejärjestelmän välillä. Koska standardin on oltava riippumaton mediasta, tällainen siirto voi tapahtua joko magneettinauhan, suoran tietoliikenneyhteyden, kovalevyn tai levykkeen, CD-ROM:in tai minkä tahansa muun välineen avulla. (Moellering, 1991)

Tiedonsiirtomekanismin on pystyttävä siirtämään sekä vektori- että rasterimallin mukaisia tietoja. Näiden lisäksi sen on pystyttävä siirtämään kohteiden ominaisuustietoja sekä laatutietoa. Kutakin tiedonrakennemallia (rasteri/vektori) varten on oltava modulaarinen siirtokaava, joka koostuu kohteiden primitiivit, ominaisuustiedot, laatutiedon sekä muun aputiedon siirtävistä moduleista. Jokainen tällainen moduli koostuu edelleen joukosta sisältönsä kuvailevia tietueita. Tiedon syntaksin ja semantiikan on säilyttävä siirrossa. Syntaksin säilyttäminen on helpompaa. Hyvä tiedonsiirtoprosessi vähentää ulkopuolisen dokumentoinnin tarvetta, kun kuvaukset siirtyvät tiedon mukana. (Moellering, 1991)

4.3.5 Siirtoprosessin toivotut piirteet

Moellering (1991) esittää suuren joukon piirteitä, jotka siirtoprosessilla tulisi olla.

Onnistuneen tietokantojen siirtoprosessin on kyettävä siirtämään tavallisia paikkatietorakenteita eli vektori- ja rasteritietorakenteita sekä niihin liittyvää aputietoa.

Tietokoneiden sisäiset arkkitehtuurit eroavat toisistaan. Hyvä paikkatiedon siirtomekanismi pystyy ylittämään tällaiset arkkitehtuuriset erot.

Tyypillisesti tiedonsiirto vaatii ennalta kommunikointia, dokumentointia ja joskus laajoja keskusteluja ennen kuin tietoa voidaan siirtää. Tavoitteena on määritellä standardi siten, ettei tämänkaltaisen kommunikointi ole tarpeen, vaan se on toteutettu standardin tiedonsiirtomekanismin osana.

Kartografian ja paikkatietorakenteiden voimakas kehitys aiheuttaa sen, että standardi on määriteltävä modulaariseksi. Tällä tavoin kehityksen tuomat uudet piirteet ja osat voidaan lisätä modulaarisesti, jolloin standardin muut osat säilyvät ennallaan. Tarpeettomat osat voidaan vastaavasti poistaa.

Mikä tahansa tietokannanvaihtomenetelmä on määriteltävä vankaksi ja luotettavaksi. Tiedonsiirtomekanismi ei saa olla herkkä vähäisille tiedostovirheille eikä satunnaiselle tiedon korruptoitumiselle. Siirron aikaisen tiedon pilaantumisen on oltava hyvin vähäistä. Oikean tiedonsiirron todennäköisyyden on oltava korkea.

Tiedonsiirtomekanismin on oltava riippumaton mediasta eli tiedonsiirtovälineestä. Paikkatietoja on voitava siirtää magneettinauhalla, tietoliikenneverkon avulla, levykkeellä, CD-ROM:illa tai muulla sopivalla medially.

Hyvän siirtoprosessin, jolla on edellä kuvatut ominaisuudet, on pystyttävä siirtämään tiedon rakenne jokseenkin suoraan. Semantiikan eli tiedon merkityksen siirtämisen varmistaminen on paljon vaikeampaa.

Tiedonsiirtoprosessin olisi mahdollistettava itse itsensä kuvailevien tietokantojen siirtäminen. Tällä hetkellä tällaiset tietokannat ovat kokeilullisia. Kuitenkin on selvää, että tällaisia tietokantoja kehitetään ja ne tulevat yleiseen käyttöön vuosikymmenen sisällä. Standardin on sopeuduttava tällaiseen siirtämiseen.

Tehokkaan ja laajan paikkatiedon siirtostandardin kehittäminen ei ole yksinkertainen asia. Siksi on oltava selvillä nykyisestä tutkimuksesta siten, että standardin suunnittelussa käytetään parhaita olemassa olevia käsitteitä. Käsitteellisessä taustassa esitetyt asiat muodostavat ratkaisevan älyllisen pohjan standardille.

Ongelmaan soveltuvat olemassa olevat kansalliset ja kansainväliset standardit on tutkittava ja arvioitava. Tällaisia olemassa olevia standardeja on hyödynnettävä aina kuin se vain on mahdollista.

Kartografisia tiedonsiirtostandardeja luotaessa on hyvä olla selvillä muiden läheisten alojen standardointiaktiviteeteista. Mielenkiintoisia aloja tältä kannalta ovat paikkatietojärjestelmät, fotogrammetria ja kaukokartoitus, tietokonegrafiikka ja CAD/CAM, geodesia sekä maanmittaus yleensä.

Käyttäjäkunta on otettava mukaan kehitysprosessiin. Tämä on tärkeä ja aikaa vievä toimi. Kuitenkin se on kriittinen, koska kehitettäessä tieteellistä ratkaisua standardiin on luotava konsensus sen ammattikunnan kanssa, jota standardin on tarkoitus palvella.

Kartografisten standardien luominen ei ole kertaluonteinen prosessi. Koska tällaista standardia luodaan paikkatiedon alueelle, on siellä käynnissä aktiivinen tutkimustyö. On ymmärrettävää, että standardia on tulevaisuudessa päivitettävä säännöllisesti. Siksi on tärkeää luoda pohja siten, että muutokset voidaan tehdä myöhemmin olemassa olevaa standardia pilaamatta. Tämän vuoksi on perustettava ylläpitoviranomainen ohjaamaan standardin tulkintaa ja johtamaan varsinaista ylläpitotyötä. Suurimmat vaatimukset koskenevat kartografisia kohteita.
(Moellering, 1991)

4.4 Paikkatiedonsiirron viitemalli (GDIM)

Paikkatiedonsiirtomalli (GDIM, the Geographic Data Interchange Model) on viitemalli, joka koostuu viidestä päätasosta. Tiedonsiirron eri osa-alueille löytyy useita olemassa olevia ja mahdollisia standardeja. Standardien tulee muodostaa perheitä tai profiileja. Profiilissa standardit ovat keskenään yhteensopivia eri tasoilla ja muodostavat kokonaisuuden. (Rainio, 1992). Paikkatiedonsiirtomalli antaa hyvän kuvan siitä, kuinka monia eri asioita paikkatiedonsiirrossa on standardoitava. Osalle näistä on jo olemassa standardeja, joita voidaan soveltaa.

Paikkatiedonsiirtomalli käsittää seuraavat viisi tasoa:

- 1) mallitaso (*model level*)
- 2) käsitetaso (*conceptual level*)
- 3) tieto/formaattitaso (*data/format level*)
- 4) syntaksitaso (*syntax level*)
- 5) yhteystaso (*interconnection level*)

Tärkeä osa paikkatiedonsiirtomallia on kuvausmalli, jonka osamalleja on useilla tasoilla. Tietokoneen luettavissa oleva tiedon kuvaus on erityisen arvokas koodauksessa ja dekodauksessa. Toisin sanoen siitä on hyötyä tulkinta- ja muunnosprosesseissa ja kyselyissä eli viitattaessa kohdetyyppeihin ja attribuuttityyppeihin. Kuvauskielet tuovat joustavuutta. Kaikkia yksityiskohtia ei tarvitse sopia etukäteen, vaan ne voidaan kussakin tapauksessa kuvata erikseen ja tulkita. Kuvaukset voivat kattaa tietomallin lisäksi myös syntaksit ja metamallit. (Rainio, 1992)

Paikkatiedonsiirtomallin eri malleilla on yhteyksiä keskenään. Esimerkiksi metamalli voi olla implementoituna useisiin käsitemalleihin, käsitemalli voi olla implementoituna useisiin tietomalleihin tai syntaksia voidaan käyttää useammalla tavalla. (Rainio, 1992)

ISO 10027 The Information Resource Dictionary System Framework -standardi on eräs pohja viitemallille. Standardi on tarkoitettu erityisesti tietojärjestelmien dokumentointiin ja suunnitteluun, mutta siitä voi olla hyötyä myös tiedonsiirtomallin

luonnostelussa. (Rainio, 1992)

Paikkatiedonsiirtomalli (GDIM) sisältää seuraavat mallit:

- A) Metamalli (*The Meta Model*)
- B) Käsitelmä (The Conceptual Model)
 - B.a) Paikkatiedon käsitelmä (*The Conceptual Spatial Model*)
- C) Laatumalli (*The Quality Model*)
- D) Tietomalli (*The Data Model*)
 - D.a) Paikkatietomalli (*The Spatial Data Model*)
- E) Kuvausmalli (*The Description Model*)
- F) Kyselymalli (*The Query Model*)
- H) Päivitysmalli (*The Update Model*)
- I) Koodausmalli (*The Encoding Model*)
- F) Palvelumalli (*The Service Model*)
- G) Kommunikaatiomalli (*The Communication Model*)

Kuvassa 4.4 on esitetty esimerkkejä eri osamallien alueilta olemassa olevista standardeista. Uusien standardien luomisen sijasta on pyrittävä hyödyntämään mahdollisuuksien mukaan olemassa olevia standardeja. (Rainio, 1992)

Paikkatiedonsiirtomalli (GDIM) on kehys ja viitemalli, jonka tehtävänä on helpottaa siirtoprosessin käsittelyä sekä osoittaa olemassa olevien ja kehitettävien standardien tarve. Standardoinnin kunnianhimoisena tavoitteena tulisi tänä päivänä olla tiedon vaihto sovelluksesta sovellukseen, palvelujärjestelmästä käyttäjän sovellukseen - "just on time. " (Rainio, 1992)

Eri tasojen ja mallien jo olemassa olevia kansainvälisiä standardeja tulisi käyttää mahdollisimman paljon. Erilaisten paikkatietomallien harmonisoinnin tarve geometrian ja topologian osalta on ilmeinen. Vaihdeettavien tietojoukkojen käsite- ja tietomallit on määriteltävä erikseen sovellus sovellukselta. (Rainio, 1992)

META MODEL:
ISO 10027 IRDS

DESCRIPTION MODEL:
ISO 8211 Data descriptive file
ISO 9735 EDIFACT / DIRDEF, DIRXXX, VHS 1040
ISO 8824,8825 ASN.1
ISO CD 10303-11 EXPRESS

CONCEPTUAL MODEL: feature catalogs e.g.
ATKIS
ETDB
FACC
etc.

QUALITY MODEL: ISO 9000

CONCEPTUAL SPATIAL MODEL: national and
international standards e.g.
EDIGeo, NTF, SAIF, SDTS, etc.
DIGEST, DX-90, etc.

**QUERY
MODEL:**

ISO
9075
SQL

DATA MODEL: national, international
and industrial standards e.g.
DIGEST, DX-90, DSFL, EDIGeo, NES,
NTF, SOSI, SDTS, etc.

SPATIAL DATA MODEL:
DIGEST, DX-90, NTF, SOSI, VHS1041,
DXF, TIFF, SIF, etc.

**UPDATE
MODEL:**

ISO
9075
SQL

ENCODING MODEL:
ISO 8211, ISO 9735, ISO 8824,8825
ISO 646 7-bit ISO 8859 8-bit ISO 6937

SERVICE MODEL:
X.500

COMMUNICATION MODEL:
ISO 8571 FTAM X.400 MHS TCP/IP FTP

Taulukko 4.4: Paikkatiedonsiirtomalli (GDIM) - esimerkkejä osamallien alueella
olemassa olevista standardeista (Rainio, 1992)

5 Tiedonsiirtostandardien geometrinen tietomalli

Seuraavassa on tarkasteltu eräiden standardien geometrista mallia. Standardien geometrinen malli vaikuttaa hyvin keskeisesti siihen, miten paikkatiedonsiirto eri järjestelmien välillä onnistuu. Seuraavassa on tarkasteltu muutamia kansainvälisesti tunnettuja kansallisia tiedonsiirtostandardeja (NTF, EDIGéO, SDTS). Standardit on ensin esitelty lyhyesti ja tämän jälkeen on tarkasteltu erityisesti kunkin standardin tukemia geometrisia rakenneosia ja rakenteita. Vertailuksi on esitetty myös Suomessa yleisesti käytetyn Fingis-siirtoformaatin (ns. de facto-standardi) tukemat geometriset yksilötyypit, geometrian esittäminen JHS 117 (Sanomavälitteinen tietopalvelu - paikkatiedon esittäminen ja kuvaaminen) mukaan sekä CEN/TC 287:n geometriaa koskevan standardiluonnoksen sisältö.

5.1 National Transfer Format eli NTF (BS 7567)

5.1.1 Yleistä NTF-standardista

National Transfer Format eli NTF on brittiläinen paikkatiedonsiirtostandardi, joka mahdollistaa numeerisen kartta-aineiston ja paikkaan liittyvän tiedon siirtämisen eri käyttäjien välillä yksinkertaisella, mutta kattavalla tavalla. (Sowton, 1991)

Standardia kehitettäessä on perusajatuksena ollut, että NTF täyttää seuraavat kolme perusvaatimusta:

1. NTF:n on pystyttävä käsittelemään minkä tahansa kartografisen järjestelmän tuottamaa aineistoa. Erityisen tärkeää on, että tiedon edestakaiset siirrot sujuvat ilman ristiriitaisuuksia.
2. Siirtoformaattiin käytetyt tekniikat on pystyttävä helposti sovittamaan kaikkiin markkinoilla oleviin tietokoneisiin.
3. Siirtoformaattilla on oltava rakenne, joka minimoi kehityskustannukset ja tekee ylläpidon helpoksi. (Sowton, 1991)

Standardin kehittäneessä työryhmässä oli mukana numeerisen kartta-aineiston kanssa tekemisissä olevia tahoja ja sitä johti OS (*Ordnance Survey*). Standardin

ensimmäinen version on julkaistu heinäkuussa 1986. Tätä versiota on muokattu runsaasti. Standardin täydellisesti uudistettu versio 1.1 on julkaistu tammikuussa 1989. (Sowton, 1991)

Kehitetty standardi on sekä joustava että monipuolinen. Versiossa 1.1 formaattia on yksinkertaistettu ja dokumentointia parannettu. NTF on suunniteltu käsittelemään monia tietorakenteita. Vaikka se ei olekaan erityisen sopiva kaikkiin rakenteisiin, se sallii tiedonsiirron järjestelmien välillä ilman, että lähettäjä ja vastaanottaja tuntevat yksityiskohtia toistensa formaateista. Jotta tämä voidaan toteuttaa ilman yhtä monimutkaista formaattia, on NTF jaettu tasoihin, joita voidaan käyttää siirrossa. (Sowton, 1991)

NTF on riippumaton siirtovälineestä, vaikkakin se tällä hetkellä soveltuu parhaiten magneettinauhasiirtoon. Aineisto voidaan siirtää myös levyllä tai verkkoa pitkin merkkimuodossa. Siirron osapuolten on sovittava käytettävästä siirtomenetelmästä, koodauskäytännöstä sekä väline- ja tiedostokäytännöistä. Standardissa on omat jaksonsa formaatista itsestään, tiedon laadusta, kohdekoodauksesta sekä sanasto.

Standardin ensimmäinen versio sisälsi ehdotuksen kohdeluokitukseksi sekä pienettä suurikaavaista karttaa varten. Tätä standardin osaa ei ole kuitenkaan kehitetty, koska käyttäjät ovat kannattaneet näkemystä, jonka mukaan kohdeluokittelu on käyttäjien asia. Tiedon laadun määrittelyn suurin vaikeus on löytää hyvä tapa laadun ilmaisua varten. Standardin taustalla oleva filosofia on ollut, että tiedon käyttäjän on tiedettävä yhtä paljon tiedon historiasta kuin tiedon tuottajankin. Eli tiedon tuottajien on tehtävä tiedosta itse itsensä dokumentoivaa. Standardin sisältämä sanasto käsittää sekä paikkatiedon siirtoon että numeeriseen karttaan liittyvät määritelmät. Määritelmät perustuvat brittiläiseen käytäntöön. (Sowton, 1991)

Seuraavat tavoitteet on omaksuttu luotaessa NTF-standardia:

- formaatin on oltava mahdollisimman yksinkertainen
- formaatissa siirrettävän tiedon määrä on pidettävä mahdollisimman pienenä
- siirtoformaatissa on oltava riittävä sisäinen dokumentointi, jotta vastaanottaja pystyy lukemaan tietojoukon ja määrittelemään sen loogisen rakenteen ja tiedon fyysisen järjestyksen ilman ulkopuolisen dokumentoinnin lukemista
- vektori- ja rasteritiedon siirtoformaateilla on oltava sama kehys (*framework*), vaikka varsinainen formaatti eroaakin

- siirtoformaatin on pystyttävä sisällyttämään kaikki tarvittava tieto kuten kohdeinformaatio, tiedon laatu, paikka ja muut tietotyypit, sijainnilliset määrittelyt, sijainnilliset ja muut suhteet ja muu tieto
- standardin on sisällettävä tietohakemisto (*data dictionary*)
- olemassa olevia teollisuuststandardeja on hyödynnettävä eri tyyppisten tietojen käsittelyssä
- tiedonsiirtoformaatin on oltava riippumaton välineestä ja tietokoneesta
- kohteiden ja käsitteiden on oltava siirrettäviä ja formaatin on oltava riittävän joustava ja sallittava uusien käsitteiden siirron olemassa olevia muuttamatta.
- formaatin avulla on pystyttävä siirtämään ainoastaan muuttunutta tietoa tietokantojen päivittämiseksi
- formaatin on sallittava loogisesti eroavien tietojoukkojen siirto samalla fyysisellä medially. (Sowton, 1991)

NTF-standardin versiossa 1.1 on standardin tärkeinä piirteinä nähty seuraavat asiat:

- Alempien tasojen käyttäjien ei tarvitse tietää formaatin käyttäytymisestä korkeammilla tasoilla, kun päätös tietyn tason käyttämisestä on tehty.
- Eri tasoilla käytettyjen tietueiden välillä ei tarvitse olla samankaltaisuutta.
- Joustavuuden tason ei tarvitse olla sama kaikilla tasoilla. Joustavin taso on myös monimutkaisin. (Sowton, 1991)

NTF on hyväksytty standardiksi numeerisen karttatiedon siirtoon UK:n organisaatioiden välille. Myös muutamat muut maat ovat omaksuneet NTF:n käytön tai käyttävät sen versiota (mm. Irlanti, Unkari). NTF:ssä on määritelty myös ISO 8211:n mukainen koodaustapa.

5.1.2 NTF-standardin geometrinen malli

NTF-standardi sisältää seuraavassa taulukossa 5.1 kuvatut viisi tasoa. Tasot eivät ole keskenään yhteensopivia. Tasolla viisi voidaan yhdistellä muita tasoja.

NTF:n tasot	Siirrettävä tieto
Taso 0:	Rasteri- ja ruututieto
Taso 1:	Yksinkertainen kohdekoodattu vektoridata ilman topologiaa. Muutamat ominaisuustiedot mahdollisia.
Taso 2:	Kuten taso 1, mutta pystyy käsittelemään rajoittamattoman määrän kohteisiin liittyviä attribuutteja
Taso 3:	Topologista dataa, joka sisältää monikulmioita ja kompleksisia kohteita
Taso 4:	Tietoa, jonka monimutkaisuutta ei ole rajoitettu millään tavoin. Sitä voidaan siirtää, koska tällä tasolla tietohakemisto (<i>data dictionary</i>) liitettävä mukaan.

Taulukko 5.1: NTF:n tasot

NTF-standardi sisältää viisi geometrista mallia, jotka liittyvät seuraavasti edellä kuvattuihin tasoihin:

yksinkertainen spaghetti (<i>spaghetti simple</i>):	Tasot 1 ja 2
monimutkainen spaghetti (<i>spaghetti complex</i>):	Tasot 1, 2 ja 3
verkko (<i>network</i>):	Tasot 3 ja 4
osittainen topologia (<i>partial topology</i>):	Taso 3
täydellinen topologia (<i>full topology</i>):	Taso 4

Standardin tasoon viisi ei liity mitään valmista mallia, koska tällä tasolla voidaan esittää ennalta määrittelemättömiä (*unexpected*) kohteita. (CEN/TC 287 N7)

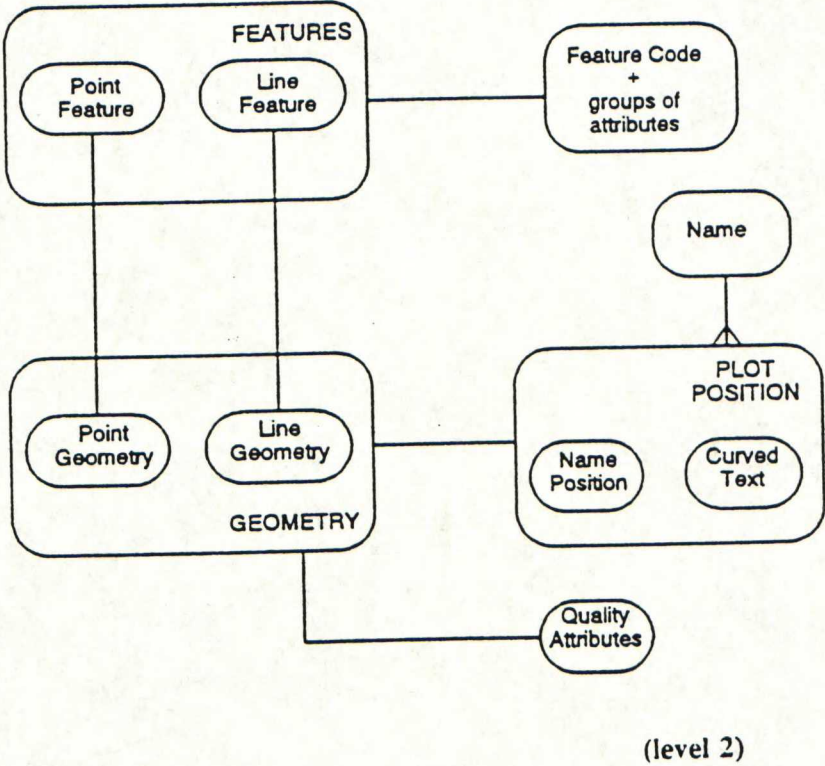
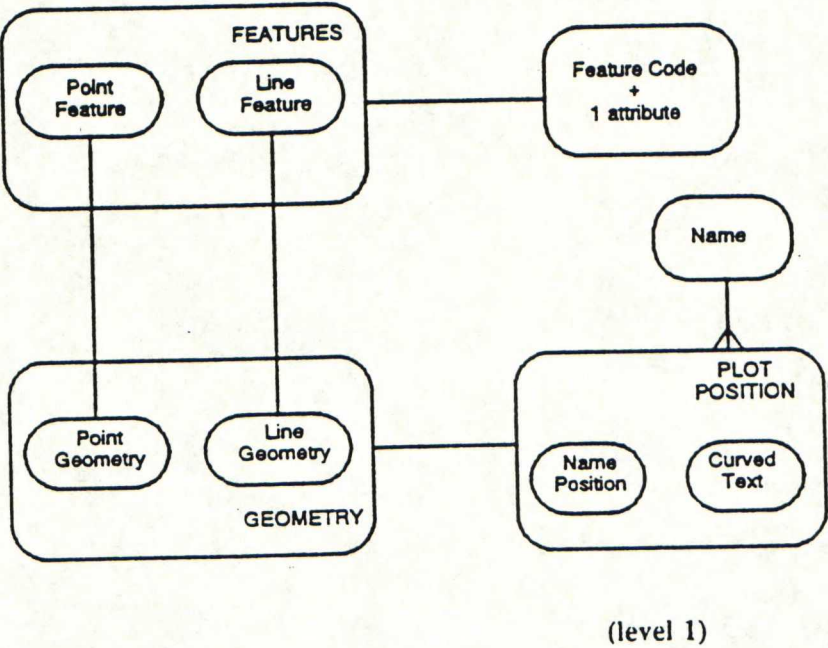
Taulukossa 5.2 on esitetty NTF:n sisältämät yksilötyypit (*entities*) tasoittain.

TASO	YKSIÖTYYPPI
1 ja 2	<ul style="list-style-type: none"> - yksinkertainen viivamainen kohde (<i>simple linear feature</i>) - yksinkertainen pistemäinen kohde (<i>simple point feature</i>) - yksinkertainen tekstikohde (<i>simple text feature</i>)
1	- yksittäinen ominaisuustietokohde (<i>unique attribute feature</i>)
2	- ominaisuustietokohde (<i>attributes feature</i>)
3	<ul style="list-style-type: none"> - kompleksinen kohde (<i>complex feature</i>) - kompleksinen lineaarinen suunnattu kohde (<i>complex linear (chain) oriented feature</i>) - kompleksinen monikulmiokohde (<i>complex polygonal feature</i>) - yksinkertainen monikulmiokohde (<i>simple polygonal feature</i>) - yksinkertainen viivamainen kohde (<i>simple linear feature</i>) - yksinkertainen pistemäinen kohde (<i>simple point feature</i>) - yksinkertainen tekstikohde (<i>simple text feature</i>) - yksinkertainen ulkopuolinen kohde (<i>simple external feature</i>) - kohteiden ominaisuustietoja (<i>feature attributes</i>)
4	<ul style="list-style-type: none"> - kompleksinen kohde (<i>complex feature</i>) - yksinkertainen alueomainen kohde (<i>simple areal feature</i>) - yksinkertainen viivamainen kohde (<i>simple linear feature</i>) - yksinkertainen pistemäinen kohde (<i>simple point feature</i>) - yksinkertainen tekstimäinen kohde (<i>simple text feature</i>) - yksinkertainen ulkopuolinen tyyppi (<i>simple external feature</i>) - kohteiden ominaisuustietoja (<i>feature attributes</i>)
5	<ul style="list-style-type: none"> - samat kuin tasolla 3 - lisää tai muokkaa kenttiä tai tietuetta

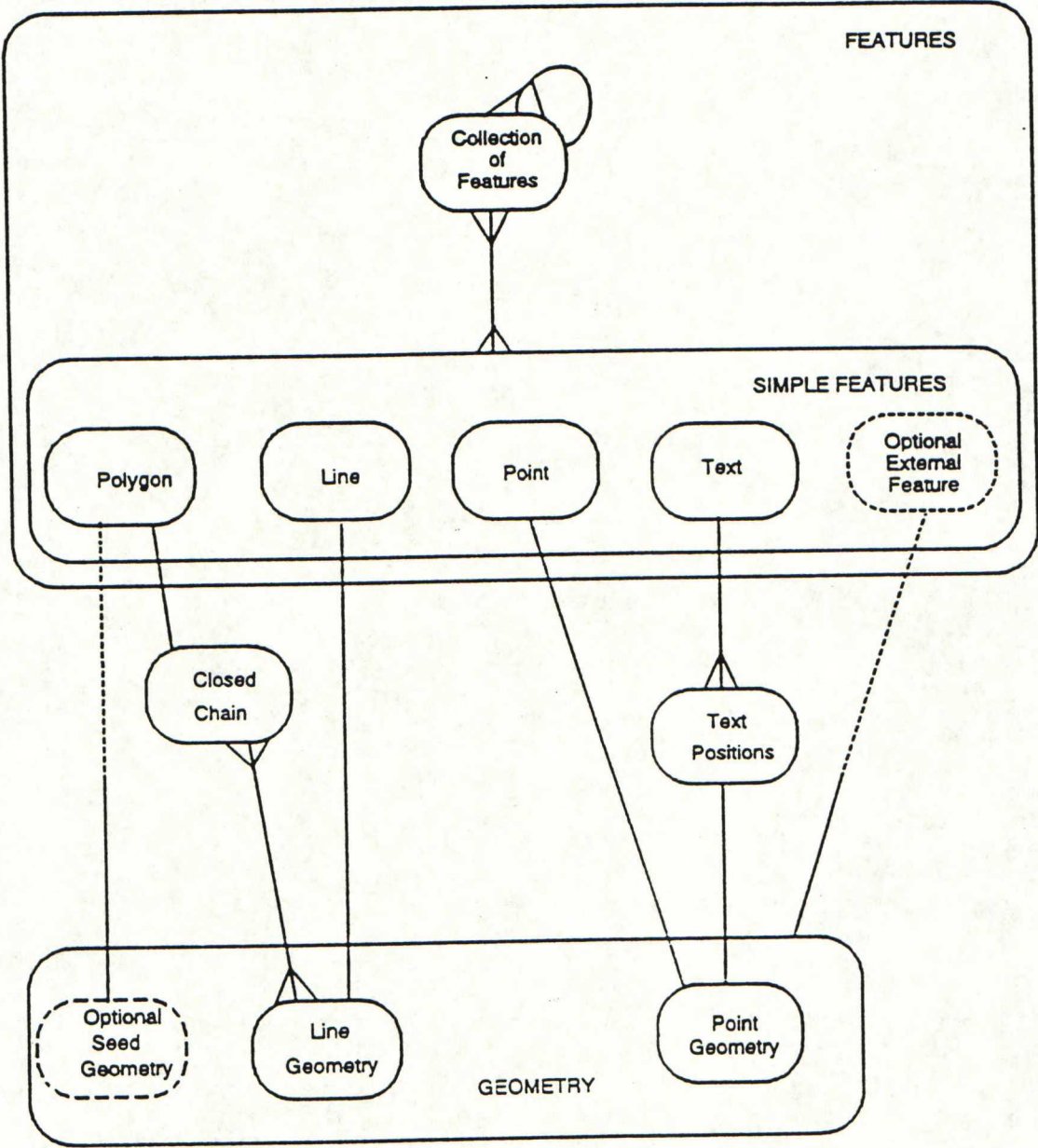
Taulukko 5.2: NTF:n yksilötyypit tasoittain (CEN/TC 287 N 7).

Kuvissa 5.3-5.5 on esimerkkejä NTF-standardin tasojen tietomalleista.

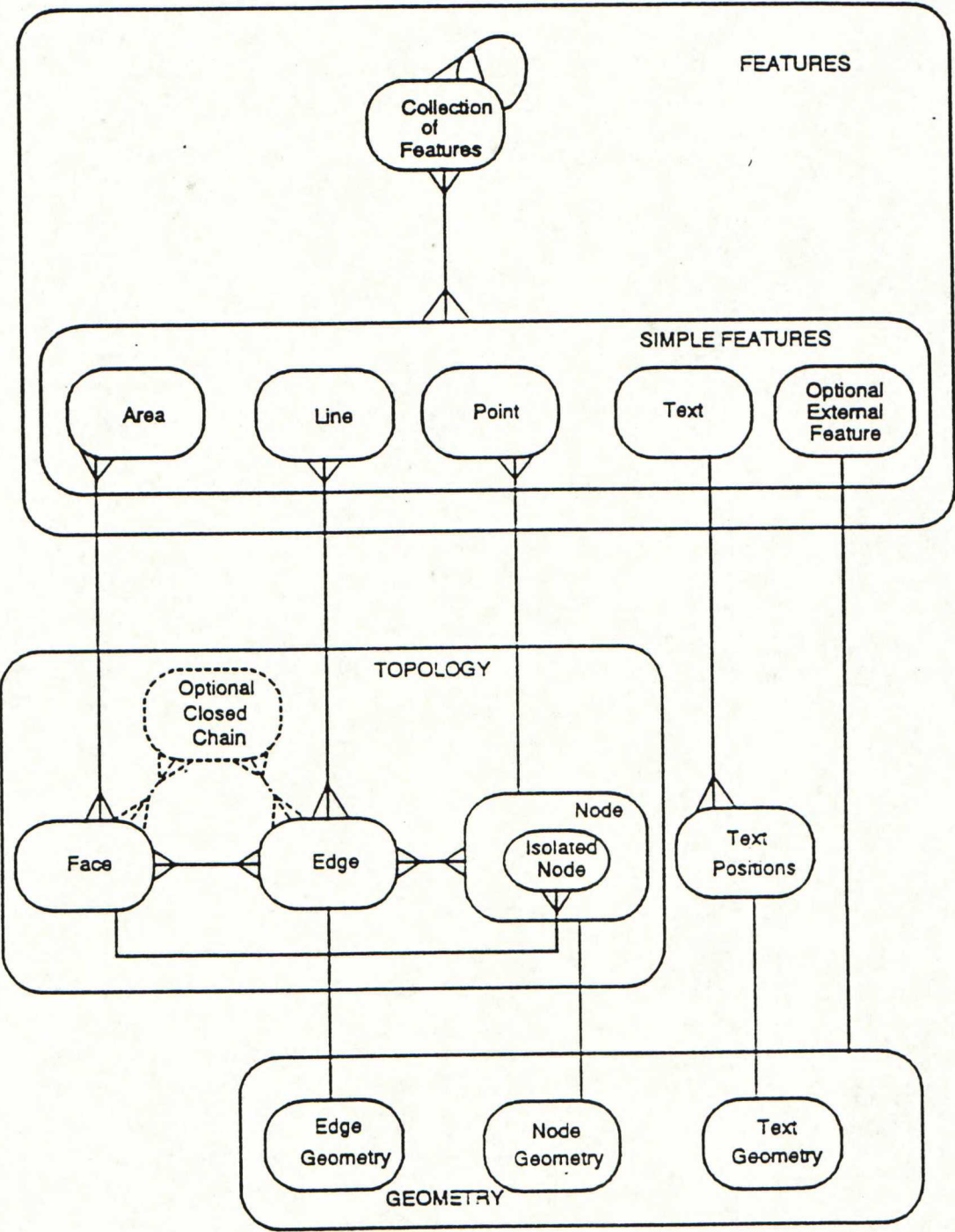
Kuva 5.3: NTF-standardin tason 1 yksinkertainen spagettimalli sekä tason 2 yksinkertainen spagettitietomalli. (BS 7567)



Kuva 5.4: NTF-standardin tason 3 kompleksinen spagettietomalli (BS 7567)



Kuva 5.5: NTF-standardin tason 4 täydellinen topologiamalli (BS 7567)



5.2 EDIGéO (AFNOR Z13-150)

5.2.1 Yleistä EDIGéO-standardista

EDIGéO (*Trait éminent de l'information géographique numérique - Echanges de Données Informatisés dans le domaine de l'information Géographique*) on ranskalaisten kansallinen paikkatiedonsiirtostandardi. Se kattaa numeerisen paikkatiedonsiirron tietojärjestelmien välillä tietokoneen luettavissa olevaa mediaa käyttäen.

EDIGéO:n luonnista on vastannut Conceil National de l'information Géographique eli CNIG. Standardi pohjautuu DIGEST-standardiin (käsitellään kohdassa 6.4.2). DIGEST on valittu ranskalaisten standardin pohjaksi käsitemallinsa perusteella. EDIGéO:n käsitemalli on topologinen malli, joka on standardissa määritelty seuraavasti:

topologisella mallilla tarkoitetaan kolmea geometrista tyyppiä (pistemäiset, viivamaiset, aluemaiset) olevien maantieteellisten kohteiden esittämiseen käytettyä käsitemallia. Viivamaisten, pistemäisten ja aluemaisten kohteiden välisten topologisten suhteiden on oltava eksplisiittisesti yksilöityjä.

EDIGéO määrittelee sekä rasteri- että vektorimuotoisen tiedon siirron. Vektorimuotoista tietoa varten on EDIGéO:ssa kolme mallia: topologinen vektori (*topologic vector*), verkko (*network*) tai spagetti (*spaghetti*). Eri mallit eroavat primitiivien välisten ehtojen määrässä. Spagettimalli sisältyy muihin malleihin. EDIGéO on varsin monimutkainen formaatti yksinkertaisen CAD-tyyppisen tiedon siirtoon. Eri malleja varten tarvitaan ainoastaan yksi kääntäjä.

Rasteri- ja ruutumuotoisen tiedon siirtoa varten on standardissa määritelty tehokas ja yksinkertainen malli, jolla voidaan siirtää kaikenlaista rasteri- tai ruutumuotoista tietoa.

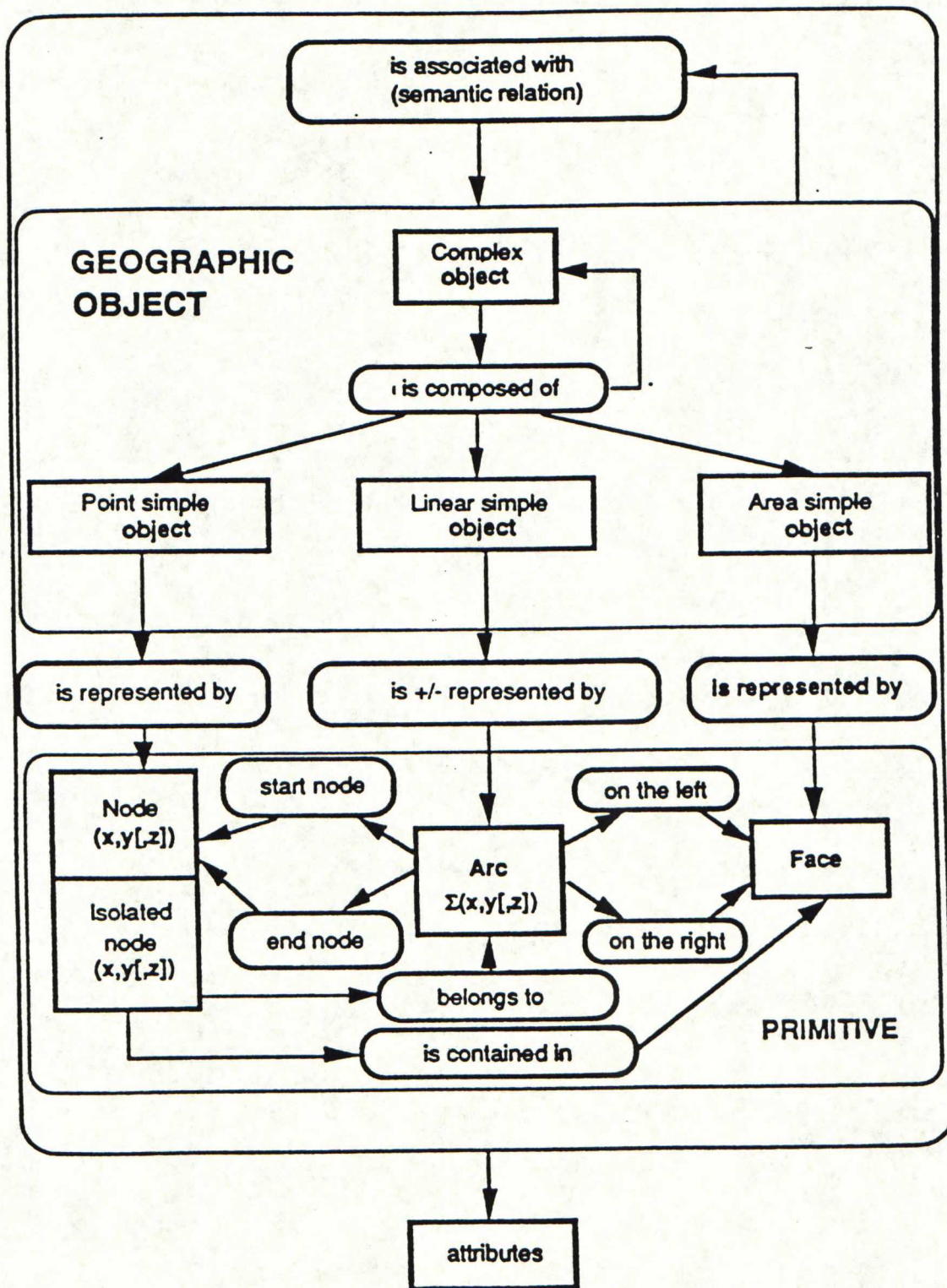
5.2.2 EDIGéO-standardin geometrinen malli

Kaaviokuvan pyöristetyt suorakaiteet kuvaavat suoria suhteita (*direct relations*). Yksinkertaisella kohteella (*simple object*) tarkoitetaan kohdetta, jota ei voi enää hajoittaa pienempiin yksiköihin. Se muodostuu yhdestä tai useammasta primitiivistä. Sillä voidaan esittää tietty kohde. Yksinkertainen kohde voi olla monimutkaisemman kohteen (*complex object*) osana.

Jos yksinkertainen kohde koostuu yhdestä tai useammasta nollaulotteisesta solmusta (*nodes*), on se pistemäinen kohde (*point object*). Jos se koostuu yhdestä tai useammasta yksiulotteisesta viivasta (*arc*; tarkoittaa tässä kaarta, murtoviivaa jne.), on kyseessä viivamainen kohde. Jos yksinkertainen kohde koostuu yhdestä tai useammasta kaksiulotteisesta tasosta (*face*), on kyseessä aluomainen kohde. Monimutkaiset kohteet (*complex object*) voidaan muodostaa yksinkertaisista kohteista ja edelleen yhdistää vielä monimutkaisemmiksi kohteiksi joko yksinkertaisten kohteiden tai toisten monimutkaisten kohteiden kanssa.

Tästä käsittemallikaaviosta voidaan muodostaa kolme eri tasoista siirtomallia eli topologinen, verkko- ja spagettimalli. Mallit eroavat toisistaan siinä, millaisia ehtoja kaavion elementtien välillä on oltava määriteltynä. (AFNOR Z13-150)

Kuvassa 5.6 on kaaviokuva EDIGéO-standardin käsittemallista (AFNOR Z13-150).



Kuva 5.6: EDIGEO-standardin käsittemalli (AFNOR Z13-150)

5.3 SDTS

5.3.1 Yleistä SDTS-standardista

SDTS eli Spatial Data Transfer Standard on yhdysvaltalainen paikkatiedonsiirtostandardi. Sekä liittohallinto (*The Federal Government*) että akateeminen yhteisö ovat viime vuosina työskennelleet paikkatietostandardin (SDTS) kehittämiseksi. Työ on käsittänyt standarditerminologian ja -tietomallien määrittelyn, erityisen tiedonsiirron määrittelyn, suositukset siitä, kuinka digitaalisen kartta-aineiston laatu raportoidaan sekä standardit topografiset ja hydrografiset käsitteet ja määritelmät. Standardiehdotus on julkaistu tammikuussa 1988. Standardi on toimitettu heinäkuussa 1990 kansalliselle standardointi-instituutille (*National Institute of Standards*) (Rossmeissl & Rugg, 1991). Standardi on vahvistettu sittemmin FIPS ja ANSI standardeina.

Spatial Data Transfer Standard (SDTS) on kehitetty tarjoamaan paikkatiedon käyttäjille:

- 1) standardit tietomallit ja terminologian
- 2) systemaattisen ja kattavan joukon primitiivejä ja yksinkertaisia kartografisia yksilötyyppejä, joista voidaan rakentaa numeeristen kartografisten kohteiden esitykset
- 3) numeerisen paikkatiedon siirron erilaisten järjestelmien välillä siten, että tiedon merkitys säilyy
- 4) informaation tiedon laadusta, jotta aineiston sopivuutta tiettyyn käyttöön voidaan arvioida
- 5) standardit käsitteet ja määrittelyt hydrografisille kohteille
- 6) fyysisen tiedostoformaattimäärittelyn standardin implementointiin.

SDTS tarjoaa ratkaisun paikkatiedon siirtoon, alkaen käsitteellisestä tasosta aina fyysiseen tiedostokoodaukseen. Paikkatiedonsiirto käsittää paikkatietokäsitteiden mallittamisen, tietorakenteet, sekä loogiset ja fyysiset tiedostorakenteet. Jotta siirrettävästä tiedosta on myös hyötyä, on tiedon laadun ja sisällön oltava sopivaa ja merkityksellistä tiettyä tarkoitusta varten. SDTS osoittaa kaikki nämä tiedonsiirron piirteet sekä vektori- että rasteritietorakenteille. (Rossmeissl & Rugg, 1992)

Standardi koostuu seuraavista kolmesta osasta:

- 1) Loogiset määrittelyt
- 2) Tietosisältö (luettelot ja määrittelyt paikkatietokohteista ja niiden ominaisuuksista)
- 3) ISO 8211 . (Rossmeissl & Rugg, 1992)

Standardin ensimmäisessä osassa määritellään paikkatiedon käsitelmä. Se muodostaa kehyksen spatiaalisten piirteiden määrittelyyn. Käsitelmä tukee käyttäjän tietomallien muuntamista SDTS:n tietomalliin ja päinvastoin. (Rossmeissl & Rugg, 1992)

Ensimmäisessä osassa on määritelty myös laaturaportti. Se tarjoaa käyttäjälle yksityiskohtaista informaatiota tiedon sopivuuden arvioimiseksi tiettyä käyttötarkoitusta varten. (Rossmeissl & Rugg, 1992)

Lopuksi standardin ensimmäisessä osassa esitetään paikkatiedonsiirron määrittelyt. Se sisältää loogiset moduulit, jotka sisältävät yksityiskohtaiset määrittelyt tietueista, kentistä ja alikentistä. Osassa kuvataan yleiset käsitteet ja paikkatietomallin määrittelyt, jotka kuuluvat siirtomodulin määrittelyyn. (Rossmeissl & Rugg, 1992)

SDTS-standardissa on paikkatieto jaoteltu eri tyyppisiin paikkatietoprofiileihin (*spatial data profiles*) seuraavasti:

- pelkän geometrian esittävät vektorit (pisteet, viivat ja alueet)
- vektoritieto, joka sisältää geometriset ja topologiset suhteet
- rasteritieto, joka perustuu ruutuihin (*grid cells*) tai pikseleihin (*pixels*)
- tieto, joka sisältää monimutkaisia paikkatietokohteita, jotka on koottu edellä kuvattujen tyyppien primitiiveistä (yhdestä tai useammasta) kuvaamaan tiettyä todellisuuden kohdetta.

Siirron profiili määrittelee, mitkä edellä kuvatuista neljästä eri tyyppisestä paikkatiedon esitysmuodosta ovat mukana siirrosta ja mitkä puuttuvat siirrosta. (Rossmeissl & Rugg, 1992)

Standardin toinen osa vastaa tarpeeseen standardoida paikkatietokohteet. Käsitelmä ja termien määritelmät muodostavat perustan yhtenäiselle lähestymistavalle paikkatietotiedoston luomiseen ja tiedonsiirrolle olemassa olevien

paikkatietojärjestelmien välillä. Toinen osa tarjoaa luokituskaavion (*classification scheme*) sekä paikkatietokohteiden määrittelyt. Ne auttavat uusia käyttäjiä kohdeluettelon luomisessa ja helpottavat olemassa olevien järjestelmien välistä siirtoa. (Rossmeissl & Rugg, 1992)

Kolmantena osana standardissa on ISO 8211 koodaus. ISO 8211 tarjoaa tarvittavan syntaksin ja semantiikan siirrettävän tiedon kuvauksen siirtämiseksi tietokoneen luettavissa olevassa muodossa. ISO 8211 on kansallisesti ja kansainvälisesti vahvistettu tiedonsiirron yleiskäyttöinen standardi. (Rossmeissl & Rugg, 1992)

5.3.2 SDTS-standardin geometrinen malli

Yhdysvaltalainen SDTS lähtee käsitteiden ja rakenteiden määrittelemisestä. Siinä määritellään joukko nolla-, yksi- ja kaksiulotteisia yksilötyyppejä (*spatial objects*), joita paikkatietojärjestelmät käyttävät todellisuuden kohteiden esittämiseen. Kolmiulotteisia tyyppejä ei ole määritelty. Määritelty joukko kohteita tukee kaikkia kolmea paikkatieto-operaatioiden joukkoa: (1) pelkkä geometria, (2) geometria ja topologia sekä (3) pelkkä topologia. (SDTS-standardi). Yksilötyypit on määritelty modulaarisesti, jolloin niistä voidaan muodostaa monimutkaisempia tyyppejä.

Paikkatiedonsiirtomalli jakaantuu moduleihin, joita voidaan yhdistellä tiettyjen sääntöjen mukaan. Erityinen profiilimäärittely kertoo, mitkä kohdetyypit voidaan kulloinkin sisällyttää siirtoon. Seuraava taulukko 5.7 kertoo onko jokin kohdetyyppi (*object type*) profiilimäärittelyn (*Profile Specification*) mukaan mukana vai poissa siirrosta. (STDS standardikuvaus)

Taulukko 5.7: Profiilimäärittelyn mukaan siirrossa mukana olevat kohteet (SDTS)

Code	Object type	Composite	Vector: geometry only	Vector with topology	Image or Grid
FF	Composite	Y	N	N	N
NP	Point	N	Y	N	N
NE	Entity point	N	Y	Y	N
NL	Label point	N	Y	N	N
NA	Area point	N	Y	Y	N
NO	Node, planar	N	N	Y	N
NN	Node, network	N	N	Y	N
LS	String	N	Y	Y	N
LQ	Link	N	N	Y	N
LE	Complete chain	N	N	Y	N
LL	Area chain	N	N	Y	N
LW	Network chain	N	N	Y	N
LY	Network chain	N	N	Y	N
AC	Arc	N	Y	Y	N
AE	Arc	N	Y	Y	N
AU	Arc	N	Y	Y	N
AB	Arc	N	Y	Y	N
RM	Ring, mixed	N	Y	N	N
RS	Ring, strings	N	Y	N	N
RU	Ring, chains	N	N	Y	N
RA	Ring, arcs	N	Y	N	N
PG	G-polygon	N	Y	N	N
PR	GT-polygon	N	N	Y	N
PC	GT-polygon	N	N	Y	N
PU	Universe polygon	N	N	Y	N
PW	Universe polygon	N	N	Y	N
PV	Void polygon	N	N	Y	N
PX	Void polygon	N	N	Y	N
GI	Raster object	N	N	N	Y
GJ	Raster object	N	N	N	Y
GK	Raster object	N	N	N	Y
GM	Raster object	N	N	N	Y

Vektorimodulit on suunniteltu vektorimuotoisen tiedon siirtoon. Kukin modultietue määrittelee vektorikohteen sisältäen linkit sen komponenttiosiin sekä mahdolliset suorat linkit ominaisuustietoihin. Vektorikohteet on jaettu moduleihin kohteen esittämiseen tarvittavien tietokenttien samankaltaisuuden mukaan.

Ominaisuustietojen ohella vektorimaisia paikkatietokohdemoduleita ovat: *Point-node*, *Line*, *Arc*, *Ring*, *Polygon* ja *Composite*.

Taulukko 5.8 esittää näihin moduleihin kuuluvien kohteiden esitykset:

Taulukko 5.8: SDTS-standardin modulien kohteet.

Module type	Object representation	Code
Point-Node	Point	NP
	Entity point	NE
	Label point	NL
	Area point	NA
	Node, planar graph	NO
	Node, network	NN
Line	String	LS
	Link	LQ
	Complete chain	LE
	Area chain	LL
	Network chain, planar graph	LW
	Network chain, nonplanar graph	LY
Arc	Circular arc, three point center	AC
	Elliptical arc	AE
	Uniform B-spline	AU
	Piecewise Bezier	AB
Ring	Ring with mixed composition	RM
	Ring composed of strings	RS
	Ring composed of chains	RU
	Ring composed of arcs	RA
Polygon	G-polygon	PG
	GT-polygon composed of rings	PR
	GT-polygon composed of chains	PC
	Universe polygon composed of rings	PU
	Universe polygon composed of chains	PW
	Void polygon composed of rings	PV
	Void polygon composed of chains	PX

5.4 JHS 117

Suomessa on sijaintitietojen esittämistä varten määritelty tietoalkioita ja tietoryhmiä JHS 117:ssa (Sanomavälitteinen tietopalvelu - paikkatietojen esittäminen ja kuvaaminen). Suositukset pohjautuvat kansainvälisen EDIFACT-standardin soveltamiseen.

JHS 117 mukaan kohde esitetään geometrisena yksilönä, joka voi olla piste, viiva, alue tai hila tai näistä koottu joukko. Pisteisiin, viivoihin ja alueisiin voidaan liittää topologinen tunnus.

Piste muodostuu koordinaattitiedosta ja siihen voidaan liittää tieto sijainnin epävarmuudesta tai pisteen topologisista suhteista.

Seuraavassa on esitetty pisteen eri rooleja JHS 117 mukaan.

- erillinen piste
- viivan piste
 - päätepiste (alku- tai loppupiste)
 - välipiste
 - ympyrän keskipiste
 - solmupiste
- alueen referenssipiste

Viiva voidaan esittää JHS 117 mukaan kahdesta tai useammasta pisteestä muodostuvana. Interpolointitavasta riippuen viiva kulkee murtoviivana, ympyränkaarena tai käyränä pisteiden kautta pisteiden järjestyksen mukaan (poikkeuksena ympyränkaari keskipisteellä) eikä viiva leikkaa itseään.

JHS 117 esittämiä viivan interpolointitapoja ovat:

- murtoviiva
- käyrä
- ympyrän kaari kolmen kaaren pisteen avulla
- ympyrän kaari alkupiste-, loppupiste- ja keskipisteen avulla
- ympyrän kaari alkupiste- ja loppupisteen ja säteen avulla.

Viivalla voi olla eri rooleja. Viivat voivat olla erillisiä, verkoston viivoja, alueen reunaviivoja tai epäsäännöllisen kolmioverkon viivoja. Kuten pisteisiin viivoihin voidaan liittää topologiatietoa ja sijainnin epävarmuustietoa.

Alue muodostuu tason yhtenäisestä osasta, jonka reuna esitetään viivan tai useiden viivojen avulla, jotka eivät saa leikata toisiaan.

Alue voidaan esittää joko erillisenä alueena tai aluejaon alueena. Erilliset alueet voivat leikata toisiaan. Esittäessä alue osana aluejakoa, sulkeavat reunaviivat alueen. Alueet eivät saa leikata toisiaan. Naapurialueiden yhteiset reunaviivat esitetään vain kerran. Alueeseen voidaan liittää referenssipiste.

Korkeampiulotteiset geometriset yksilöt esitetään aina alempien avulla. Eli viivat muodostuvat pisteistä ja alueet viivoista ja referenssipisteistä.

Pisteet, viivat ja alueet liittyvät vektorimuotoiseen tietoon. Rasterimuotoinen tieto esitetään hilana. JHS 117:ssä mukaan hila muodostuu tasajakaisen, suorakulmaisen ruuduston ruuduista eli hila-alkioista, joiden sivunpituus ja lukumäärä hilan akselien suunnassa tunnetaan. Hilan origo esitetään pisteenä ja hila-alkiot voidaan esittää joko ryhmittäin tai yksittäisinä hila-alkioina.

JHS 117 mukaan geometrian ja topologian esittämisessä on useita vaihtoehtoja riippuen sanomassa esiintyvistä geometrisista yksilötyypeistä, yksilötyyppien välisten suhteiden esittämistavasta sekä millaisen kokonaisuuden yksilöt muodostavat. Geometriset ja topologiset esittämistavat voidaan antaa sanoman alussa olevassa SGT tietoryhmässä. Seuraavassa taulukossa 5.9 on esitetty geometrian esittämisen osalta annettavat arvot. JHS suosituksien geometrinen malli mukautuu hyvin erilaisiin geometrisiin malleihin.

PISTEIDEN ESITTÄMISTAPA:		
EP	Erilliset pisteet	- pisteistä ei viittauksia toisiin geometrisiin yksilöihin
PT	Pistetopologia	- pisteistä viittauksia toisiin topologisiin yksilöihin
VIIVOJEN ESITTÄMISTAPA:		
EV	Erilliset viivat	- viivoista ei viittauksia toisiin alueisiin tai viivoihin
VE	Verkosto	- viivat kytkeytyvät toisiinsa joko sijainnin tai topologisten viittausten avulla
TIN	Triangular Irregular Network	- kahden pisteen viivat muodostavat epäsäännöllisen kolmioverkon
ALUEIDEN ESITTÄMISTAPA:		
EA	Erilliset alueet	- alueiden reunaviivat esitetään hierarkkisesti peräkkäin kunkin aluetietoryhmän jälkeen ja alueet voivat leikata toisiaan
AJ	Aluejako	- alueiden reunaviivat esitetään aluetietoryhmistä erillään ja alueilla voi olla yhteisiä reunaviivoja eivätkä alueet saa leikata toisiaan
EJ	Aluejako erillisin aluein	- alueiden reunaviivat esitetään hierarkkisesti peräkkäin kunkin aluetietoryhmän jälkeen eivätkä alueet saa leikata toisiaan
HILAN ESITTÄMISTAPA:		
HAL	Hila-alkiot	- hila-alkiot esitetään erillisinä
HAR	Hila-alkioryhmät	- hila-alkiot esitetään alkiorhminä

VIIVAN JA SEN PISTEIDEN MUODOSTAMAN RAKENTEEEN ESITTÄMISTAPA:		
VPP	Viivan pisteet peräkkäin	- viivan pisteet esitetään hierarkkisesti peräkkäin kunkin viivatietryhmän jälkeen
VPT	Viivapistetopologia	- viivojen pisteet esitetään viivatietryhmistä erillään ja viivat viittaavat pisteisiin topologisten tunnusten avulla
VIIVOJEN KYTKEYTYMISEN ESITTÄMISTAPA:		
VSI	Viivojen sijaintikytkentä	- viivat kytkeytyvät toisiinsa päätepisteiden sijainnin kautta. (Voidaan antaa toleranssi)
VTO	Viivatopologia	- viivat kytkeytyvät topologisten tunnustensa avulla
ALUEIDEN REFERENSSIPISTEIDEN ESITTÄMISTAPA:		
ARF	Alueilla referenssipisteet	- alueilla on referenssipisteet. Alueiden sisäreunojen esiintymisen
AS	Alueilla sisäreunoja	- alueilla voi esiintyä sisäreunoja

Kuva 5.9: Geometrian ja topologian esittämistavat JHS 117 mukaan.

5.5 Fingis-siirtoformaatti

Fingis-siirtoformaatti voi siirtää pisteitä, erikoispisteitä, viivoja ja tekstejä. Aluejako voidaan siirtää aluetunnuksina (tekstipisteinä) ja viivoina. Seuraavaassa taulukossa on lueteltu erityyppiset kohteet:

Pistemäiset kohteet:	Symbolipiste Tekstipiste Erikoispiste Viivapiste Aluetunnuspiste
Viivamaiset kohteet:	Murtoviiva Käyrä Ympyrän kaari Luiska
Aluemaiset kohteet:	Koostuvat viivoista ja tekstipisteistä

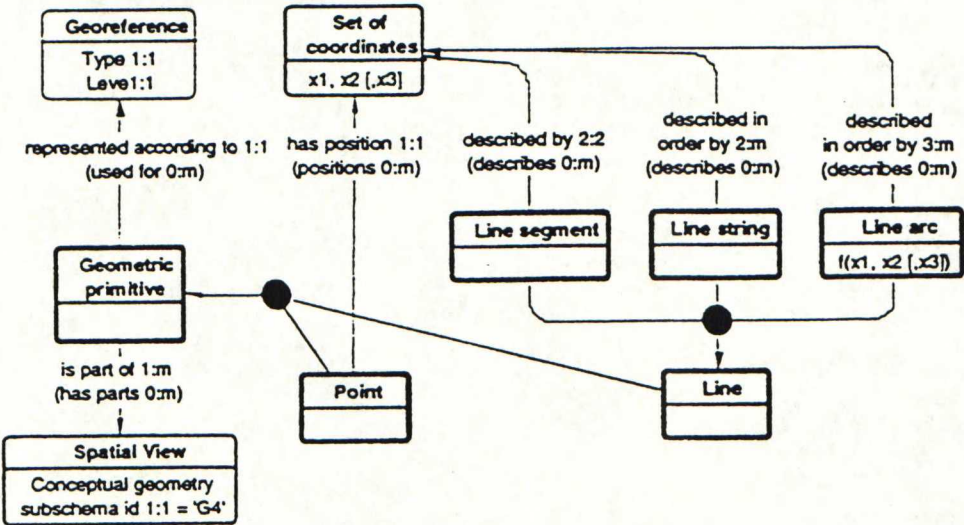
Formaatti ei tue topologian siirtoa, vaan topologia muodostetaan aina erikseen Fingis-ohjelmistossa sinne siirretyistä viivoista ja tekstipistenä esitetyistä aluetunnuksista.

5.6 CEN/TC 287 Paikkatiedon geometria

CEN/TC 287 on määritellyt myös paikkatiedon geometrian esittämistä (CEN/TC 287 N 295). Se on laatinut useita geometrisia alikäsitemalleja (*Conceptual geometry sub-schemas*):

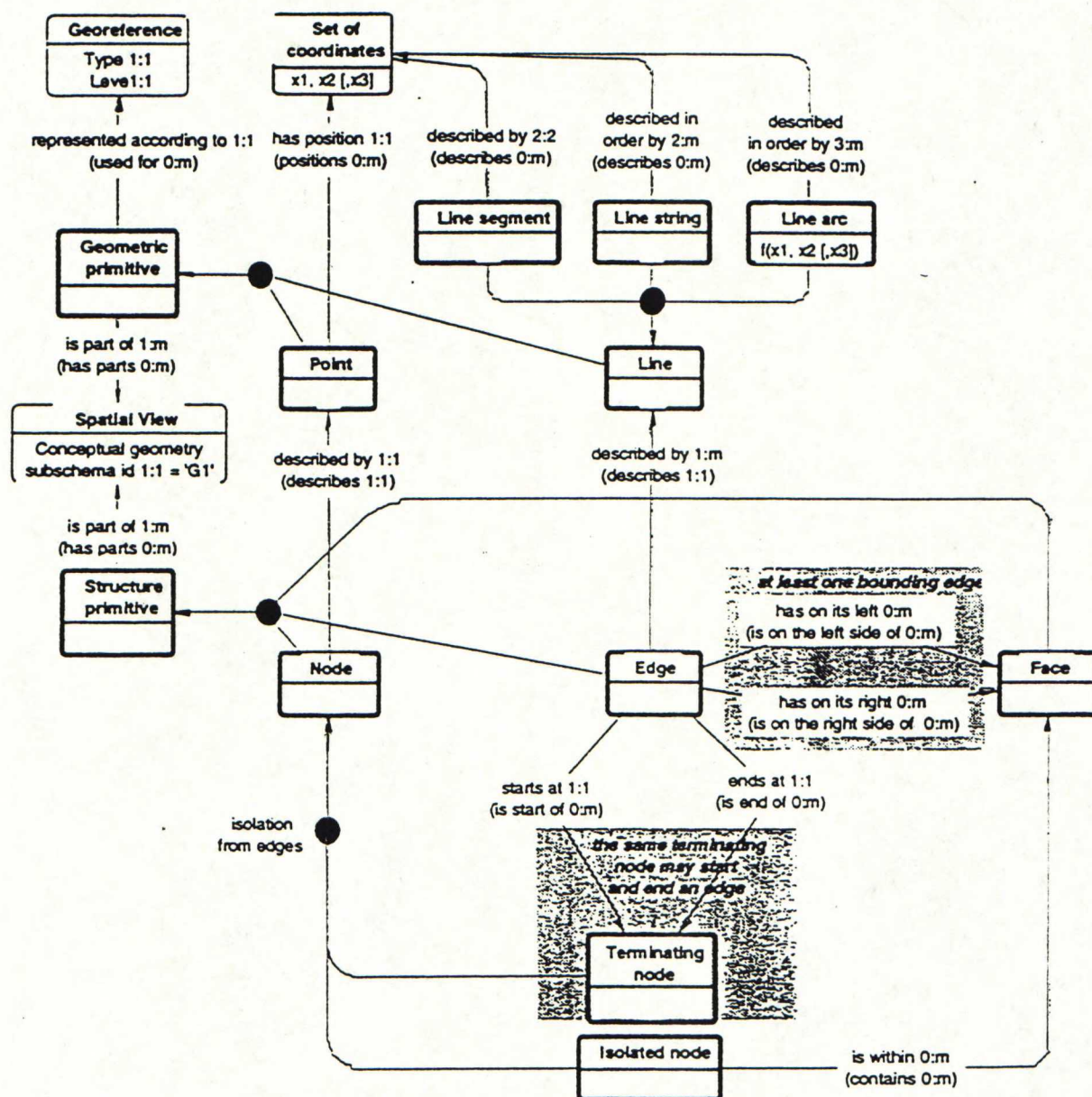
G0:	Basic subschema	Perusmalli
G1:	Full planar graph topology	Täydellinen topologiamalli
G2:	Planar graph linear network	Tasoverkkomalli
G3:	Non planar graph linear network	Verkkomalli
G4:	Spaghetti	Spagettimalli
G5:	Triangulated Irregular Network	Epäsäännöllinen kolmioverkko
G6:	Raster image	Rasterikuva

Näitä tultaneen täydentämään standardointityön edetessä.

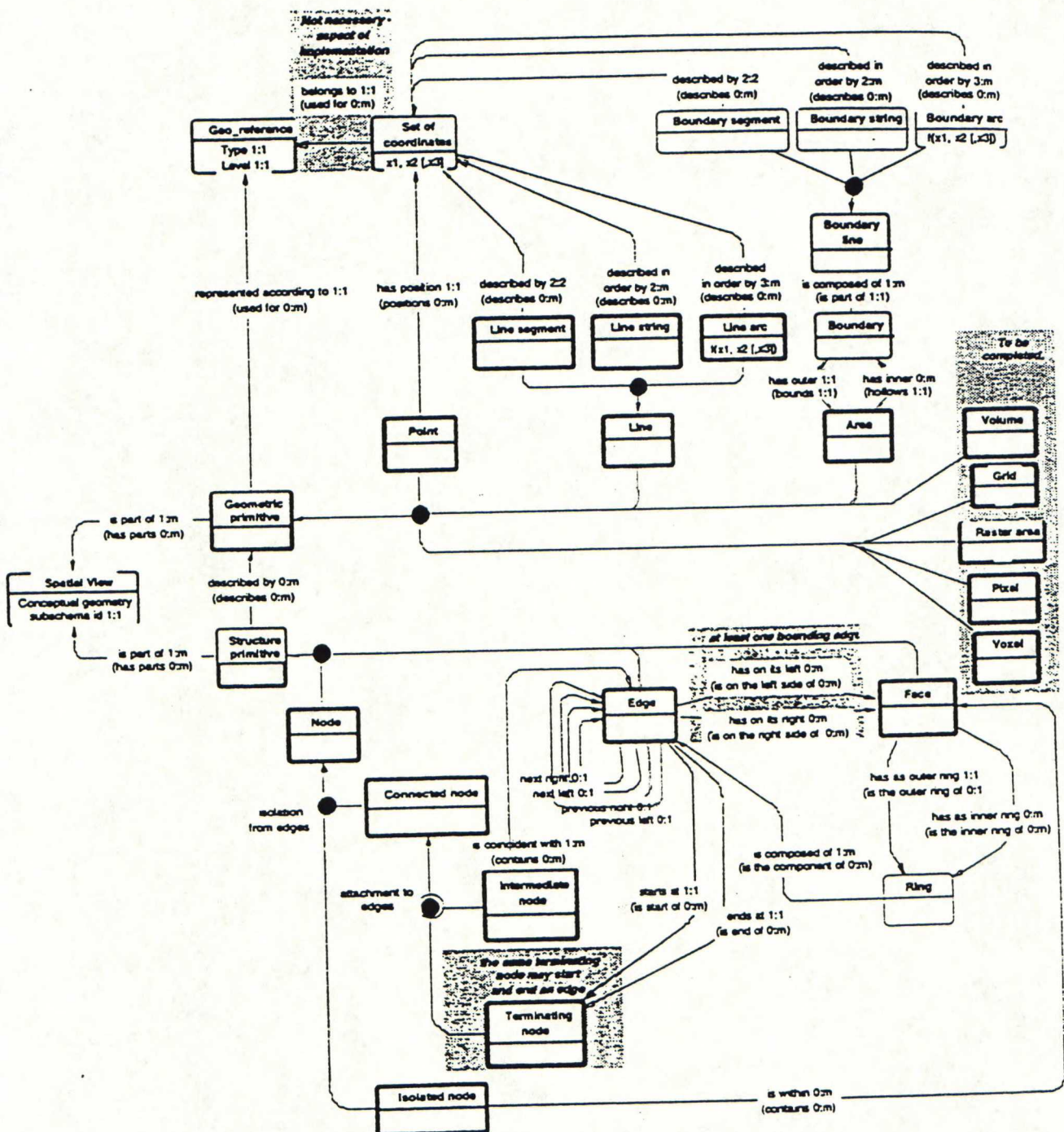


Kuva 5.8: Spagettimallin mukainen käsittemalli G4 (CEN/TC 287)

Kuva 5.9: Täydellisen topologiamallin mukainen käsittemalli G1 (CEN/TC 287)



Kuva 5.10: Peruskäsittemalli G0 (CEN/TC 287)



5.7 Geometrysten mallien vertailua

Kaikki edellä esitetyt standardit (lukuunottamatta de facto-standardeista esiteltyä Fingis-formaattia) sekä CEN/TC 287 standardointiehdotus sisältävät useita geometrisia malleja. Selvää on, että rasteri- ja vektorimuotoinen tieto tarvitsevat omat mallinsa.

Vektorimuotoinen geometriatieto on useimmiten jaettu kuitenkin useisiin malleihin riippuen topologian esittämistavasta ja ominaisuustietojen määrästä. Näiden mallien suhde toisiinsa vaihtelee. Esimerkiksi NTF:n eri mallit eroavat hyvinkin paljon toisistaan. Toisaalta EDIGÉO:n mallit voidaan muodostaa saman peruskaavion pohjalta. Suomessa sanomavälitteiseen tietopalvelun JHS 117 antaa mahdollisuuden siirtää hyvin erilaisia geometrisia malleja saman kehyksen sisällä.

Eri standardien geometrisista kohteista käyttämät nimitykset vaihtelevat ja voivat aiheuttaa jopa sekaannuksia, jos malleja yritetään verrata tarkemmin kunkin standardin terminologiaan tutustumatta. Kaikille malleille on kuitenkin yhteistä periaatteellinen jako nolla-, yksi- ja kaksiulotteisiin kohteisiin.

6. Kansainvälinen ja kansallinen standardointi

6.1 Tietokonealan standardoinnista yleensä

Tietokonealan menestys on pitkälti riippuvainen suurten standardiperheiden kehitymisestä. Tietokonealalla on nykyisin yli tuhat standardia. Tärkeimpiä standardointiorganisaatioita alalla ovat olleet American National Standards Institute (ANSI), The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) ja The International Organization for Standards (ISO). Viime vuosina ovat mukaan tulleet myös valmistajien yhteenliittymät, kuten UNIX- ja X/Open-ryhmät. Yrityksistä huolimatta vasta viime vuosina - ilmeisesti verkkojen yleistymisen vuoksi - ovat valmistajat alkaneet omaksua suunnitelmia ja standardeja, jotka mahdollistavat heidän laitteistojensa suoran kytkemisen toisten valmistajien laitteiden kanssa. (Dangermond, 1992)

6.2 Paikkatiedonsiirron standardoinnista

Paikkatiedonsiirron standardointi keskittyi 1980-luvulla kansallisten formaattien kehittämiseen. 1980-luvun lopussa ja 1990-luvun alussa on alkanut eurooppalainen standardointityö, joka on vielä kesken. ISO:n kansainvälinen standardointi on alkanut vuoden 1994 aikana.

Euroopassa on käytössä sekä kansallisia että kansainvälisiä paikkatiedon siirron standardeja. Tunnetuimpia käytössä olevista standardeista ovat englantilainen NTF (BS 7567), ranskalainen EDIGÉO (AFNOR Z13-150), NATO:n piirissä DGIWG:n (*Digital Geographic Interchange Working Group*) toimesta laadittu DIGEST sekä DRIVE-projektin yhteydessä syntynyt GDF. (Ahonen, 1993) Yhdysvaltalainen SDTS on myös kansainvälisesti tunnettu. Siihen on sovellettu ISO 8211 (*Information processing - Specification for a data descriptive file for information interchange*) -standardia. (MMH:n julkaisu 60, 1991).

Kansainväliset järjestöt ovat valmistelleet tiedonsiirtostandardeja omille sovellutusaloilleen. Kansainvälinen merenkulkualan järjestö IHO (*International*

Hydrological Organization) on standardoinut merikarttojen esittämistä. (MMH:n julkaisu 60, 1991)

Suomi on kehittänyt verkosesa tapahtuvan tiedonsiirron standardointia EDIFACT-standardin (ISO 9735) pohjalta. (MMH:n julkaisu 60, 1991)

Kansainvälinen kartografinen seura ICA (International Cartographic Association) perusti vuonna 1989 työryhmän seuraamaan tiedonsiirron kansallisia standardointi- ja kehittämishankkeita. Ajatuksena oli vaihtaa kokemuksia ja välittää tietoa standardoinnista ja siinä kohdattavista ongelmista. ICA:n tiedonsiirtotyöryhmän työhön ovat osallistuneet Australia, Etelä-Afrikka, Itävalta, Iso-Britannia, Japani, Kanada, Norja, Ranska, Ruotsi, Länsi-Saksa, Suomi, Sveitsi, Unkari ja Yhdysvallat. Työryhmä on koonnut paikkatiedonsiirron standardointia käsittelevän artikkelimonografian "Spatial Database Transfer Standards: Current International Status" (Moellering, 1991). (MMH:n julkaisu 60, 1991)

Käytännössä tiedonsiirtostandardit voidaan jakaa kahteen sukupolveen. Ensimmäisen sukupolven standardit tukevat vain graafisen karttakuvan esittämistä vakiomuotoisena tiedostona (esimerkiksi Australia, Kanada, Ruotsi). Suomessa tällaista esitystapaa edustaa ns. Fingis-formaatti (ei virallinen standardi). Toisen sukupolven standardit sallivat topologiatietojen esittämisen sekä ominaisuustietojen liittämisen kohteita kuvaaviin sijaintitietoihin (esimerkiksi Iso-Britannia, Etelä-Afrikka, Norja, Suomi, Yhdysvallat). Uudemman sukupolven standardeja hahmoteltaessa on ollut esillä tietojen esittäminen verkoissa tapahtuvaa siirtoa tukevassa muodossa. Uuden sukupolven standardeja ei toistaiseksi ole käytetty merkittävässä määrin, vaikkakin eräät niistä on kansallisesti vahvistettu. Monissa ehdotuksissa on nähtävissä jälkiä perinteisistä graafisista karttatuotteista (MMH:n julkaisu 60, 1991)

Monet paikkatiedonsiirron standardeista ovat tiedontuottajien suunnittelemia. Niiden rakenne on yleensä yksityiskohtaisesti määritelty, mikä rajoittaa niiden käyttömahdollisuuksia. Tiedon kompleksisuuden muuttuessa joudutaan siirtymään rakenteesta toiseen, sillä sijaintitiedon erityispiirteiden osalta rakenteet on monesti ratkaistu hyvin yksityiskohtaisesti. Rakenteeltaan joustavat esitysmuodot tulevat kuitenkin yleistymään paikkatiedonsiirron lisääntyessä. (Ahonen, 1993)

Seuraavaksi esitellään lyhyesti erilaisia siirtostandardeja ja -formaatteja. Luvussa viisi on jo käsitelty tunnettuja kansallisia paikkatiedon siirtostandardeja. Tässä luvussa esitellään virallisia kansainvälisiä standardeja, kansainvälisen standardoinnin pyrkimyksiä sekä tämän hetkistä standardointityötä CEN:in ja ISO:n osalta. Virallisen standardoinnin esittelyn jälkeen käsitellään muiden kansainvälisten organisaatioiden luomia standardeja. Näitä on syntynyt mm. NATO:n piirissä tehdyn standardointityön tuloksena sekä merenkulkualan paikkatiedon standardoinnin yhteydessä. Paikkatietoalalla käytetään virallisten standardien lisäksi paljon 'de facto' -standardin aseman saavuttaneita formaatteja. Esimerkkinä tällaisesta 'de facto' -standardista esitellään DXF.

6.3 Kansainväliset viralliset standardit

Kansainvälisellä virallisella standardoinnilla ymmärretään lähinnä ISO:n, CEN:n, IEEE:n sekä CCITT:n tekemää standardointityötä. Lisäksi kansainvälistä standardointityötä tehdään erilaisten kansainvälisten järjestöjen alaisuudessa, mutta niiden luomilla standardeilla ja formaateilla ei ole vastaavaa virallista asemaa kuin edellä lueteltujen järjestöjen hyväksymillä.

6.3.1 ISO 8632 The Computer Graphics Metafile Standard (CGM)

ISO 8632-1:4 eli The Computer Graphics Metafile Standard (CGM) määrittelee grafiikan esitystavat talletusta ja järjestelmien välistä siirtoa varten. Standardi on otettu kansainväliseksi standardiksi 1987.(Stubkjaer, 1997) CGM on metatiedostoformaatti, jonka mukaan kuva voidaan koodata joko graafiseksi primitiiveiksi, binääridataksi tai ASCII-tekstiksi.(Löppönen, 1994)

CGM standardissa kuvat kuvataan kokoelmana erilaisia elementtejä, jotka esittävät esimerkiksi primitiivejä, attribuutteja ja kontrollitietoa. Standardi on moniosainen. Ensimmäisessä osassa määritellään mukana olevat elementit, metatiedoston rakenne ja elementtien esiintymisjärjestys. Standardin osissa 2-4 määritellään kolme erilaista esityskaavaa. Osassa kaksi määritelty merkkikoodaus on graafisiin primitiiveihin perustuva koodaus, joka on tiivis ja mahdollistaa nopeat siirtoajat verkossa. Osassa kolme määritelty binäärinen koodaus mahdollistaa nopean prosessoinnin

metatiedostoa luotaessa tai tulkittaessa. Osa neljä on selkeää tekstikoodausta, jonka etuna on luettavuus ja editoitavuus. (Löppönen, 1994; Stubkjaer, 1992)

CGM-tiedosto muodostuu tasoista (metatiedosto, kuva ja kuvarunko).

Metatiedosto sisältää metatiedoston kuvauksen, jota seuraa joukko kuvien kuvauksia. Metatiedoston kuvaus käsittää koko metatiedostoa koskevaa informaatiota, kuten esimerkiksi reaali- ja kokonaislukuarvojen tarkkuus. Kuvan määritelmät sisältyvät tiedostoon.

Kuva rajataan kuvanrajoittimilla. Kuva alkaa (kuvan) kuvauksella, joka sisältää tiedon kuvan tallennustavasta (nimenomaan tämän kuvan). Tätä seuraa varsinainen kuvarunko (*picture body*), jossa kuva määritellään.

Kuvarungon elementit ovat pohjimmiltaan primitiivisiä ja attribuuttielementtejä, jotka kuvailevat kuvan graafisen sisällön.

CGM standardilla voidaan kuvata ainoastaan kaksiulotteisia (2D) kuvia.

Standardissa on 19 graafista peruselementtiä, jotka käsittävät mm. murtoviivan (polyline), ympyrän ja ellipsin kaaret, tekstielementtejä, täytettyjä alue-elementtejä sekä matriisielementin. (Stubkjaer, 1992). CGM-formaatti on tarkoitettu pääasiallisesti vektorigrafiikan esittämiseen, mutta se mahdollistaa myös bittikarttapohjaisen koodauksen. (Löppönen, 1994)

Kuvat voivat olla taulukoituja värikuvia tai täysvärikuvia (Löppönen, 1994). CGM-standardissa on kaksi erilaista värinmäärittelytapaa: joko indeksoitu, joka vastaa GKS:n (*Graphics Kernel System*) mekanismia tai suora, jossa värinmäärittelyelementin parametrit ovat RGB:n kolmikoita (*triples*). Vastaavasti standardista löytyy erilaisia tapoja viivanleveyden, symbolin koon ja polygonin reunan paksuuden määrittelyyn. (Stubkjaer, 1992)

Standardiin tehdyn lisäyksen (Addendum 1) jälkeen pitäisi CGM:n soveltuvuutta paikkatiedonsiirtoformaatiksi tarkastella uudestaan, koska 'External Elements'-elementtiin voisi tallentaa ominaisuustietoja ja matriisielementtiä käyttäen voitaisiin siirtää rasteridataa. Suljettu kuvio ja segmentti käsitteitä pitäisi voida käyttää topologian siirtämiseen. (Stubkjaer, 1992)

CGM on kuvansiirtotapana monessa kaupallisessa ohjelmasovelluksessa (Löppönen,

1994). CGM-ohjaimia on myös 'desktop GIS'-ohjelmistopaketeissa kuten MapInfo tai Atlas*GIS (Stubkjaer, 1992). Standardin heikkoutena on sen laajuus, minkä vuoksi useat sovellukset eivät pysty käsittelemään kaikkia formaatin määrittelemiä elementtejä (Löppönen, 1994).

6.3.2 ISO 10303 "STEP"

ISO 10303 Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange (1993) on vapaasti käännettynä "teollisuusautomaatiojärjestelmät ja integrointi - tuotetietojen esittäminen ja siirto". ISO 10303 eli STEP standardit ovat syntyneet tietokoneavusteisen suunnittelun ja tuotannon (CAD/CAM) kansainvälisen standardoinnin tuloksena, jota on tehty noin kymmenen vuotta. Tekninen lähestymistapa on tässä standardissa hyvin samanlainen kuin mitä on odotettavissa CEN:in toteuttamassa paikkatiedon standardoinnissa, vaikka aloilla ja prosesseilla ei olekaan paljoa yhteistä. (Rainio, 1994a)

CEN/TC 287 on päättänyt valita paikkatiedon käsitelmallin esittämiseen *EXPRESS* kielen, joka määrittellään ISO 10303-11:ssä. Myös muista STEP:in osista on tarkoitus keskustella. Tärkeimpiä niistä ovat osa, joka käsittelee geometriaa ja topologiaa (ISO 10303-41) sekä osa, joka määrittelee tekstikoodauksen (*clear text encoding*) (ISO 10303-21). (Rainio, 1994a)

6.3.3 CEN/TC 278

CEN (*Comité Européen de Normalisation*) on eurooppalainen standardointiorganisaatio, jonka jäseniä ovat EC:n ja EFTA:n kaikki jäsenmaat. Lisäksi organisaatiossa on liitännäisjäseniä (*associated members*) kuten Turkki ja Itä-Euroopan maat. (Østensen, 1993). Suomen standardisoimisliitto SFS on jäsenenä CEN:ssä ja täten mukana standardien valmistelussa. Jäsenliitot eivät voi vahvistaa kansallisia standardeja, jotka olisivat ristiriidassa vahvistettujen eurooppalaisten CEN-standardien kanssa. (Ahonen, 1993)

Euroopan yhteisön rahoittaman DRIVE-projektin yksi hanke on European Digital Road Map (ERDM) eli eurooppalainen numeerinen tiekanta. Sen yhteydessä on

testattu GDF (*Geographic Data Files*) -standardiluonnoksen käyttökelpoisuutta tietietojen siirrossa. Hanke on johtanut standardoinnin käynnistymiseen Euroopassa. CEN:n tekninen komitea 278 "Road Transport and Traffic Telematics" työstää liikenne- ja kuljetussovelluksiin liittyviä tietotekniikan standardeja teollisuuden tarpeisiin. Yhtenä osa-alueena on numeerisen tiekartan standardit, joiden lähtökohtana on GDF. GDF sisältää hyvin yksityiskohtaisen kohdeluettelon määritelmiseen tiestöön liittyvistä tiedoista ja sen lähtökohtana on numeerinen tietokanta. (Ahonen, 1993)

6.3.4 CEN/TC 287

CEN Technical Board päätti ottaa paikkatiedon standardoinnin kohteeksi lokakuussa 1991. Paikkatiedon standardointityötä toteutetaan teknisessä komiteassa TC 287. Komitean kokoontui ensimmäisen kerran Pariisissa helmikuussa 1992. (Østensen, 1993) CEN/TC 287:n tavoitteena on paikkatiedonsiirtoa ohjaavan standardijoukon luominen. Standardien viitemalli on luonnosvaiheessa. (Ahonen, 1993)

TC 287:n työohjelman pääkohdat ovat seuraavat:

Yleinen (*General*) käsittää:

Yleiskatsaus (*Overview*)

Viitemalli (*Refence Model*)

Määritelmät (*Definitions*)

Yhteisten termien sanasto (*Dictionary of common terms*)

Tiedon kuvaus (*Data description*) käsittää:

Tekniikat (*Techniques*)

Sovellusohjeet (*Application Guidelines*)

Geometria (*Geometry*)

Laatu (*Quality*)

Metatieto (*Metadata*)

Siirto (*Transfer*)

Viittaus (*Referencing*) käsittää:

Sijainti (*Position*)

Aika (*Time*)

Käsittely (*Processing*) käsittää:

Kyselyt ja päivitys (*Query and Update*)

Näiden lisäksi voi myöhemmin standardityön edetessä tulla lisää kohtia.

Osa aihealueista on vielä liian ennenaikaisia standardeiksi. Niiden osalta ensimmäiset tulokset lienevät CEN raportteja tai alustavia eurooppalaisia standardeja (European preliminary standard). (Østensen, 1993).

TC 287:n työ on organisoitu työryhmiin. Alustavan aikataulun mukaan siirron osalta alustava standardi olisi valmis keväällä 1996 ja 'formal vote' alkuvuodesta 1997. (Østensen, 1993)

6.3.5 ISO/TC 211

ISO (*International Standards Organization*) on kansainvälinen standardointiorganisaatio, joka koordinoi ja sovittaa yhteen kansallisia standardeja. (Lamminmäki & Hannus, 1993)

Kanadan teki ISO:lle aloitteen kansainvälisen standardoinnin aloittamisesta paikkatiedon alueella vuoden 1993 lopussa. Standardoinnin kohteena olisi 'Geomatics'. Strategiaa numeerisen paikkatietoalan kansallisten, alueellisten ja kansainvälisten virallisten standardien osalta käsiteltiin Pariisissa pidetyssä seminaarissa marraskuussa 1993 aiheena "*Workshop on strategy for national, regional, international de jure standards in the field of digital geographic information*". Päätös teknisen komitean ISO/TC 211 "Geographic Information/Geomatics" perustamisesta tehtiin vuonna 1994. Komitea kokoontui ensimmäisen kerran marraskuussa 1994 Norjassa, jossa on myös komitean sihteeristö. ISO:n ja CEN:n välillä oleva 'Wienin sopimus' korostaa yhteistyötä standardoinnissa. Kuinka yhteistyö sujuu käytännössä, selviää lähiaikoina. (Rainio, 1994a)

6.3.6 ISO/IEC JTC1/SC 21 WG3

ISO/IEC JTC1 on ISO:n ja IEC:n yhteinen tekninen komitea (*Joint Technical Committee*), joka tekee virallista maailmanlaajuisia tietotekniikan standardointia. JTC:n alaisuudessa on 30 alakomiteaa, joissa varsinainen standardointityö tehdään.

ISO/IEC JTC1/SC 21 WG3 kehittää SQL3 standardia, jossa paikkatiedon geometria ja operaatiot määritellään osana multimedia laajennuksia, jotka dokumentoidaan nimellä "SQL Multimedia and Application Packages (SQL/MM) - Part 3: Spatial". Työ on meneillään luonnosvaiheessaan.

6.4 Muu kansainvälinen standardointi

6.4.1 IHO, DX-90

IHO (*International Hydrographic Organization*) on kansainvälinen katto-organisaatio kansallisille hydrografisille toimistoille. Se työskentelee yhdessä IMO:n (*International Maritime Organization*) kanssa turvaallisuuden ja tehokkuuden lisäämiseksi merillä. Avaintekijöinä tässä ovat Elektronisen merikartan (*ENC eli Electronic Navigational Chart*) ja Elektronisen merikarttanäyttö- ja informaatiojärjestelmän (*ECDIS eli Electronic Chart Display and Information System*) määrittely. (Østensen, 1993)

Näiden tavoitteiden tukemiseksi on tarpeen määritellä digitaalisen hydrografisen informaation sisältö ja siirto. IHO on julkaissut sisällön määrittelyt (*Special Publication 57*) sekä määritellyt siirtoformaatin, jota kutsutaan DX-90:ksi. DIGEST ja DX-90 sisältävät samankaltaisuuksia ja vain pieni muutos DIGEST:ssa tekisi ne täysin yhteensopiviksi. IHO on CEN/TC 287 liitännäisjäsen (*'liaison-status'*). (Østensen, 1993)

6.4.2 NATO, DIGEST

NATO:n puolustusyhteistyön piirissä paikkatiedon standardointi on ollut pitkäaikainen pyrkimys. Se on aloitettu 1983 epävirallisessa ryhmässä, joka on käyttänyt itsestään nimeä Digital Geographic Information Working Group -DGIWG. (Østensen, 1993)

DGIWG ei ole NATO:n elin. Vaikka DGIWG:n työ on lähtenyt puolustusjärjestelmien tarpeesta saada käyttöönsä standardissa muodossa paikkatietoa, ovat sen luomat standardit yhtä lailla käyttökelpoisia siviilipuolella. DGIWG on luonut kattavan joukon siirtostandardeja, jotka pystyvät siirtämään eri tietovälineillä rasteri-, matriisi- ja vektoritietoa (vektoritieto voi vaihdella spagettitiedosta topologisesti rakenteelliseen). Erityisesti on kiinnitetty huomiota siihen, että maantieteellinen referenssi sekä laatutieto voidaan välittää kunkin tietojoukon mukana. Paikkatiedon kohteiden ja attribuuttitiedon koodaamiseen on kehitetty standardi muoto. (Smith, 1991)

DGIWG:n työ koostuu seuraavista osista:

- **DIGEST** on siirtoformaatti, joka sisältää käsitekaavion (*conceptual schema*) ja siirtokaaviot (*transfer schemas*) sekä koodauksen (*encoding*) .
 - **FACC** (*the feature and attribute coding catalogue*) on kohde- ja ominaisuusluokitus, joka määrittelee kohteet ja ominaisuudet sekä kuinka ne koodataan.
 - **SRG** (*standard raster graphic*) eli standardi rasterigrafiikka on perustana rasteristandardeille.
 - **ASRP** (*arc standard raster product*) on standardi rasterituote, joka perustuu maapallon maantieteelliseen jaotukseen (kaarevuus).
 - **USRP** on ASRP:n versio, joka perustuu UTM-projektioon maantieteellisen jaotuksen ('*tiling*') sijasta (eräiden valtioiden suosima).
- Lisäksi on määritelty joukko standardituotteita, kuten esimerkiksi **BDD** (*background display dataset*), **AID** (*air info dataset*) tai **TLD** (*transport and logistics dataset*).
(Østensen, 1993)

DGIWG:n työ on keskittynyt paikkatiedonsiirron standardointiin eri kartoituslaitosten välillä. Tämän johdosta seuraavia asioita on standardoitu:

- tuettavat tietorakenteet (käsittää rasterin, matriisin ja vektorin (sekä *chain-node* and *topologically* structured data))
- tietoformaattit
- kohteiden ja attribuuttien koodaus kaavio (schema)
- siirtoväline (nykyisin magneettinauha tai CD-ROM)
- hallinnolliset toimet

Siirrettävät aineistotyytit ovat seuraavien aineistojen numeerisia esityksiä:

- korkeus- ja syvyystieto
- maantieteellisten kohteiden geometria ja kohteiden attribuuttitieto
- maanpinnan ja sille ominaisen (*signature*) elektromagneettisen spektrin esiintymistä ja tilaa koskeva tieto, esimerkiksi tutka, infrapuna jne.
- maantieteellisiin kohteisiin linkitettävissä oleva muu tekstitieto.(Østensen, 1993)

DIGEST-standardi on saavuttanut version 1.1 ja tarkoitus on jäädättää DIGEST tulevasta 1.2 versiosta. Se on osoittanut toimivuutensa ja näin se voisi levitä myös siviilipuolelle. (Østensen, 1993)

DGIWG:in työ eroaa CEN:in työstä pääasiassa kahdessa asiassa. Se ei perustu viitemalliin, joka kertoisi kuinka kaikki liittyy yhteen antaen kuvan kokonaisuudesta. DGIWG menee paljon syvemmälle sovelluskohtaisille alueille määritellen myös tuotteita. CEN:in työryhmät ovat tarkkaan perehtyneet DGIWG:n työhön ja DGIWG:llä on liaison-status CEN/TC 287:ssä.(Østensen, 1993)

6.5 De facto -standardit

Virallisten standardien ohella tiedonsiirrossa on tärkeä asema erilaisilla *de facto* -standardeilla. Nämä ovat laajalle levinneitä ja yleisesti tunnettuja formaatteja, joilla ei kuitenkaan ole virallisen standardin asemaa. Ne ovat usein käyttökelpoiseksi osoittautuneita järjestelmätoimittajien luomia formaatteja.

6.5.1 DXF-formaatti

DXF-formaatti on AutoCADin ASCII-muotoinen piirustusvälitystiedosto. Sitä käytetään tiedonsiirrossa AutoCAD-ohjelmistojen välillä. Tämän lisäksi se on levinnyt laajalle tiedonsiirtoon AutoCADin ja muiden ohjelmistojen välillä. DXF-tiedostoja käytetään myös paljon paikkatieto-ohjelmistojen välisessä tiedonsiirrossa, koska useimpiin ohjelmistoihin on rakennettu muunnosohjelmat DXF-tiedostoja varten ja se on myös ohjelmistojen tavallisimpia tulostusformaatteja.

DXF-piirustusvälitystiedosto koostuu HEADER-, TABLES-, BLOCKS- ja ENTITIES-osista ja lopussa olevasta END OF FILE-lopusta. HEADER-osa sisältää

yleistä tietoa piirustuksesta. Jokaisella parametrilla on nimi ja arvo. TABLES-osassa ovat nimettyjen alkioden määrittelyt eli mm. viivatyypit-, kerros- ja tekstityylitaulukot. BLOCK-osassa on block-alkioden määrittelyt. ENTITIES-osa sisältää piirustusalkiot ja viittaukset block-määrittelyihin. DXF-tiedosto muodostuu useista ryhmistä, joista kukin vie kaksi riviä. Ensimmäisellä rivillä on ryhmäkoodi ja toisella rivillä on arvo, jonka muoto riippuu ryhmäkoodin määrittelemän ryhmän tyypistä. (AutoCAD-manuaali)

Formaatin heikkoudet lienevät kehittyminen pitkän ajan kuluessa (mm. 2D -> 3D). Se on pohjimmiltaan kehitetty kuvien siirtämiseen. Tämä näkyy erityisesti siinä, ettei AutoCAD tarjoa suuria mahdollisuuksia kohteiden koodaamiseen muuten kuin eri tasojen, värien ja erilaisten viiva- ja tekstityyppien sekä blokkien avulla. DXF-piirustusvälitystiedosto on nimensä mukaisesti suunniteltu kuvien siirtämiseen.

Taitavat osapuolet pystyvät siirtämään DXF-formaatilla karttatietoa melko hyvinkin, jos tämä on otettu huomioon tasoissa ja kuvaustavassa. Formaatti ASCII-muotoisena on tilaa vievä ja sijaintitiedon siirrossa monet piirteet ovat turhia. Toisaalta siitä puuttuu sijaintitiedon siirrossa tarpeellisia piirteitä, kuten ominaisuustiedon siirtomahdollisuus. AutoCAD voi tuottaa ja lukea myös binäärimuotoisia piirustusvälitystiedostoja (DXB).

7. Suomen tilanne

Suomessa käynnissä olleet paikkatiedonsiirron standardointiin tähdänneet projektit ovat keskittyneet valtionhallinnon rekisterien ja paikkatiedon yhteiskäytön standardointiin. Yksityissektorilla on käytetty pääasiassa tarjolla olevia de facto -standardeja. Useimmiten tiedonsiirto on perustunut osapuolten välille syntyneeseen tapaan tai siirtokohtaisiin sopimuksiin.

Järjestelmätoimittajat ovat toteuttaneet muunnosohjelmia asiakkailta tulleiden tarpeiden (rahan) mukaan. Tämä selittää sen, miksi useimmista ohjelmistoista löytyy Fingis-muunnos, DXF-muunnos sekä jonkinlainen ASCII-muunnos sekä järjestelmän oma siirtoformaatti. Perinteisen kartta-aineiston osalta siirto onnistuu nykyisin melko hyvin.

Suurimpana ongelmana on, etteivät laajalle levinneet siirtotavat tunne ominaisuustietojen ja topologian siirtämistä. Skandinaavisten kirjaimien (å,ä,ö) aiheuttamat ongelmat ja vastaavat olisivat melko helposti vältettävissä, mikäli tietoa siirtävät tahot noudattaisivat niistä olemassa olevia yleisiä standardeja. Paikkatietojärjestelmien yleistyessä tietoa alkaa kulkea myös järjestelmien välillä edestakaisin. Tämä asettaa tiedonsiirrolle aikaisempaa suurempia vaatimuksia.

7.1 Paikkatietojen yhteiskäyttö

Suomessa paikkatiedonsiirto standardien kehitystyö on aloitettu 1985. Kehitystyö on tuottanut EDIFACTiin (ISO 9735) perustuvia julkisen hallinnon suosituksia (JHS) sekä siirtomekanismia tukevia tuotteita. Standardia siirtoa tukevat mm. Paikkatietohakemisto ja muunnosohjelmistopaketti. (Rainio, 1991)

Paikkatietojen yhteiskäyttöä varten vahvistettiin vuonna 1990 valtionhallinnon standardi VHS 1041 "Paikkatietojen esittäminen". VHS-käytännön lakattua standardit on korvattu julkisen hallinnon suosituksilla (JHS). (Ahonen, 1993)

Paikkatietojen yhteiskäyttö tarjoaa vakiomuotoisen tiedonsiirtomenettelyn. Yhteiskäyttöä varten on toteutettu numeeristen paikkatietoaineistojen hakemistopalvelu sekä joukko Julkisen hallinnon suosituksia. Julkisen hallinnon suositukset pohjautuvat organisaatioiden välisen tiedonsiirron (OVT/EDI) - kansainvälisiin standardeihin. Yhteiskäyttö pyrkii sanomavälitteiseen tiedonsiirtoon sovellusten välillä. Yhteiskäyttö pyrkii edistämään paikkatietoaineistojen käyttöä ja poistamaan päällekkäistä tiedonkeruuta.

Paikkatietojen kyselykäyttö on rakennettu tietoverkon varaan. Kyselykäytössä asiakkaan sovellus lähettää tietoverkon välityksellä erityisen kyselysanoman, johon tiedon tuottajan palvelin vastaa automaattisesti.

Paikkatietojen yhteiskäytön suositusten lähtökohtana on sanomavälitteisen tietopalvelun suositusten viitemalli (JHS 111) (kuva 7.1). Viitemalli noudattaa yleistä organisaatioiden välisessä tiedonsiirrossa käytössä olevaa OVT/EDI-mallia.

Viitemalli jakautuu kolmeen toiminnalliseen kerrokseen:

- Tietosisältökerros määrittelee siirrettävän tiedon sisällön lisäksi tietojen kuvaustavan ja kyselytavan.
- Esitystapakerros määrittelee esitystapakieliopin eli syntaksin ja käytettävän merkistön
- Kuljetuskerros määrittelee tiedon fyysiset siirtotavat kuten tietovälineet ja tietoliikennekäytännöt. (Rainio, 1994b)

TIETO-SISÄLTÖ	tietojen kuvaaminen	tietojen kysely	sovellus-kohtaiset tietovirrat	osapuolten yksilöinti
	KUVAUS sanoma SFS 5751 Rakenteellisten tietojen esittäminen JHS 112 Paikkatietojen esittäminen ja kuvaaminen JHS 117	RAJAUS sanoma JHS 113 ORDERS sanoman käyttö JHS 115 RAJASI sijaintirajaus-sanoma JHS 118	rekisterikohtaiset sanomat (JHS) VIESTI sanoma JHS 115 GEODAT paikkatieto-sanoma JHS 119	OVT-tunnus SFS 5748
ESITYSTAPA	esitystapakielioppi		merkistö	kehystäminen
	EDIFACT ISO 9735		8-bittiset ISO 8859-1	OVT- kuljetuskehys
KULJETUS	tiedonsiirtopalvelut			
	X.400 OVT-X.400 mg nauha	X.435	TCP/IP (FTP) OVT-FTP	OVT-levyke OVT-

Kuva 7.1: Paikkatietojen yhteiskäytön suositusten viitemalli (JHS 111)

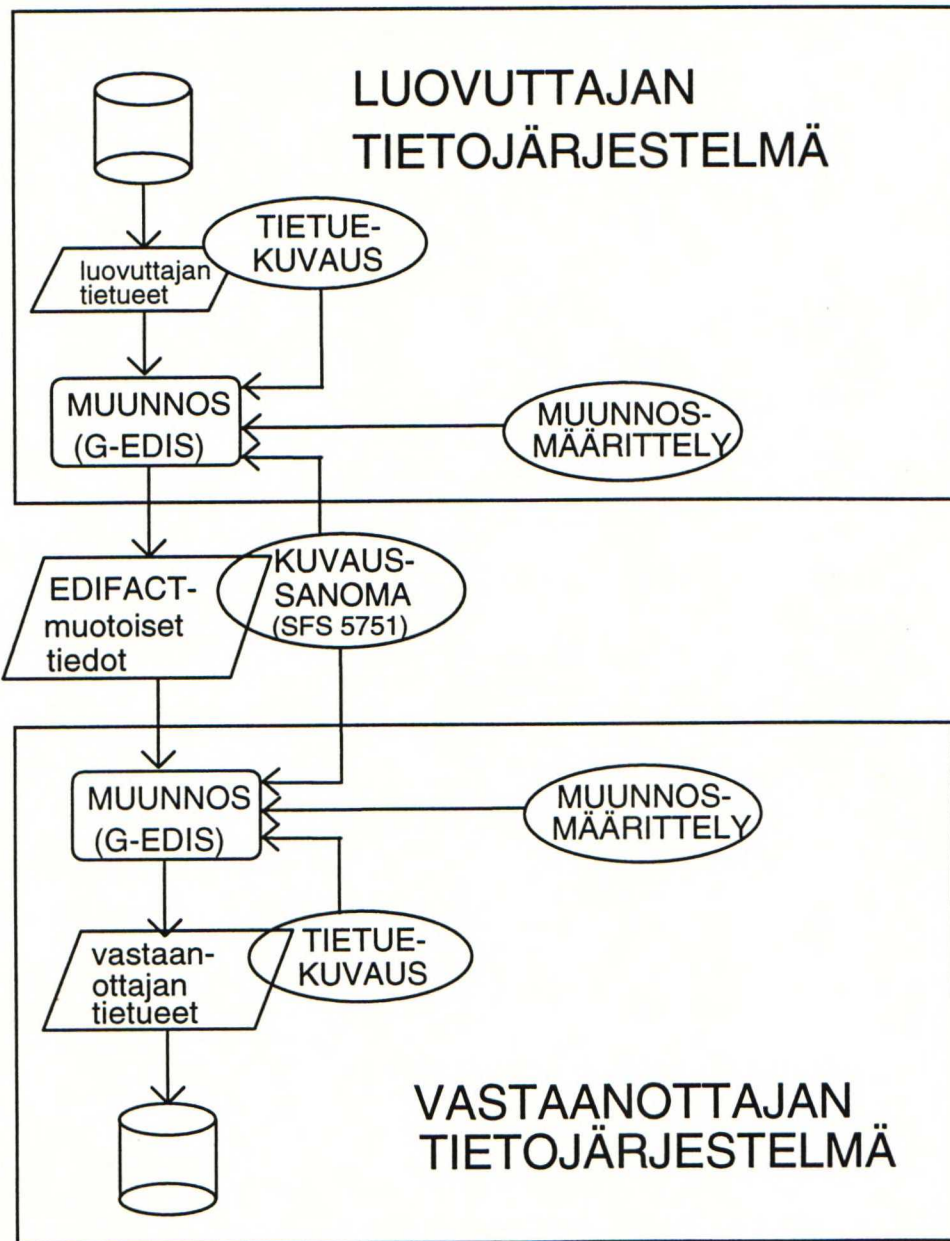
7.1.2 G-EDIS-muunnosohjelmisto ja Sanomaeditori

Maanmittauslaitoksen paikkatietokeskus on kehittänyt G-EDIS muunnosohjelman, jolla voidaan muuntaa merkkimuotoista rakenteellista tietoa EDIFACT-standardin (ISO 9735) mukaiseksi sanomaksi ja päinvastoin. Siirrettävät tiedot muunnetaan sanomamuotoon tiedon lähettäjän järjestelmässä ja palautetaan vastaanottajan järjestelmässä sovellukseen sopivaan muotoon. (G-EDIS -ohjeisto 28.12.93)

Tietojen kuvaaminen noudattaa sanoman kuvaamisen ohjeita (SFS 5751). (PYK-käsikirja, 1993) Ohjelma suorittaa tiedon muokkauksen muunnosmäärittelyn perusteella.

G-EDIS voi tuottaa useita sovellusten käyttämiä formaatteja (esimerkiksi Excel, Dbase). Sanoma- ja tietuekuvausten laatimista varten on laadittu erillinen Sanomaeditori. Muunnosmäärittelyjen laatimista varten on tulossa vastaavantyyppinen Muunnosmäärittelyeditori. (G-EDIS muunnosohjelmistoesite 9/93)

G-EDIS on ohjelmoitu C-kielellä. Se on saatavilla Windows DLL-kirjastona, VAX/VMS- ja UNIX-versiona. G-EDIS tarjoaa myös sisäisen ohjelmointirajapinnan sovellukseen upottamista varten. (G-EDIS muunnosohjelmistoesite 9/93 ja G-EDIS -ohjeisto 28.12.93)



Kuva 7.2: G-EDIS muunnosohjelmiston toiminta. (G-EDIS ohjeisto 1993)

7.1.3 Kyselykäyttö

Kyselykäyttöä on sovellettu käytäntöön mm. VTKK:n toteuttamassa Paikkatietomurissa. Se on sanomavälitteisen tietopalvelun karttapohjainen käyttäjäohjelmisto, joka tukee rekisterien yhteiskäyttöä. Ohjelmisto täyttää sanomavälitteisen tietopalvelun edellyttämien SFS- ja JHS-standardien vaatimukset.

Paikkatietomurissa käyttäjä tekee haluamansa rekisterikyselyt pääsääntöisesti sijaintirajauksina karttanäytöltä. Rekisterista haetut tiedot esitetään vastaavasti karttanäytöllä. Kartalla tapahtuvaa kyselyiden tekoa ja tietojen esittämistä on tarvittavilta osin täydennetty lomakepohjilla. Paikkatietomuri noudattaa samaa peruskonseptia VTKK:n Tietoikkuna-tuotteen kanssa, joka perustuu teknisesti JUHTA:n toteuttaman Hallinnon tietoikkunan pilot-projektin tuloksiin. (VTKK:n palvelupistetuoite-esite)

Tällä hetkellä on työn alla myös muita kyselykäyttöön tähtääviä hankkeita.

7.2 Tavallisimmat formaatit ja syntaksit

Rasterimuotoisen tiedon osalta on Suomen karttatieto Oy-niminen firma tehnyt kyselyn keväällä 1994. Kyselyssä oli tiedusteltu numeerisen karttatiedon tuottajilta, toimittajilta ja käyttäjiltä rasterikarttojen yleisimpiä esitysmuotoja ja siirtotapoja. Kyselyn perusteella Suomessa käytetään rasterikarttoissa yleisimmin TIFF-formaattia. Kun kuvat on koodattu yhdellä bitillä/pikseli käytetään yleisesti tiivistämätöntä muotoa. Kahdeksan bittiä/ pikseli koodatuissa kuvissa yleisin esitysmuoto on joko tiivistämätön tai LZW-esitys. Maanmittauslaitoksen PerusCD:llä peruskarttatiedostot ovat TIFF/CCITT G3 modified Huffman RLE -muodossa. Muita TIFF-kuville käytettyjä tiivistysmenetelmiä ovat CCITT G3, CCITT G4 ja PackBits. TIFF-versioiden lisäksi muita käytettyjä rasteriformaatteja ovat mm. Intergraph RLE, Erdas, DISIMP, GIF ja BMP. Keisterin tekemässä kyselyssä toivottiin tiedontuottajien tukevan näitä esitysmuotoja. TIFF-formaatti on massatuotteissa hyvä ylimääräisten konversioiden välttämiseksi. (Keisteri, 1994)

Vektorimuotoisen tiedon siirrossa on ns. Fingissiirtotiedostoilla vankka asema Suomessa. Käytetyimpiä Fingissiirtotiedostomuotoja ovat ns. Karttakeskuksen formaatti sekä Maagis-formaatti. Maagis/XL on tullut uutena. DXF-tiedostoilla on myös vankka asema tiedonsiirrossa. Muita ASCII-tiedostomuotoja ovat esimerkiksi monet Tielaitoksen käyttämät formaatit. ArcInfon erilaiset siirtomuodot ovat myös käytettyjä. Metsähallitus käyttää oma Nalle-siirtotiedostomuotoa.

7.2.1 Fingissiirtotiedostot

Suomessa käytetään Fingis-siirtoformaatin eri murteita laajasti vektorimuotoisen paikkatiedon siirrossa. Siirtoformaattia eri murteineen käytetään paikkatiedonsiirtoon Fingis- ja Maagis-järjestelmistä toisiin järjestelmiin sekä toisista järjestelmistä näihin. Lisäksi sitä käytetään myös muiden paikkatietojärjestelmien välisessä tiedonsiirrossa.

Formaattia tai sen eri murteita ei ole vahvistettu virallisesti vaan niillä on de facto -standardin asema.

Päämurteet ovat ns. Karttakeskuksen formaatti ja Maanmittaushallituksen formaatti. Suurimmat erot Karttakeskuksen ja Maanmittaushallituksen siirtotiedostojen välillä ovat viivojen otsaketietueissa. Maagis-versiossa ovat mukana myös sijaintitarkkuudet. Maanmittaushallituksen formaatista on edelleen kehitetty MAAGIS/XL-siirtotiedostoformaatti. 'Virallisten' murteiden lisäksi Fingis-siirtoformaateista on olemassa käyttäjäkohtaisia murteita, jotka ovat todennäköisesti syntyneet siten, että formaattikuvauksia on eri tahoilla tulkittu eri tavoin.

Fingis-siirtotiedostot koostuvat ASCII-tietueista, joilla on kiinteä tietuepituus. Tiedoston ensimmäinen tietue kertoo kertoo koordinaattijärjestyksen ja origon. Otsaketietuetta seuraavat kohdetietueet. Symboli-, teksti- ja itsenäiset erityispisteet esitetään yhden tietueen avulla. Muut kohteet esitetään useammassa tietueessa. Viiva koostuu viivan otsaketietueesta ja viivapistetietueista. Aluetiedonsiirtoa käytetään vain tiedonsiirtoon Fingis-ohjelmasta ulospäin. Alueet viedään ohjelmistoon tekstipisteinä ja viivoina. Erotintietue on tiedoston lopussa sekä tiettyjen kohteiden jälkeen.

Karttakeskuksen Fingis-formaatti ja Maanmittauslaitoksen Maagis-formaatit eroavat toisistaan mm. eri tietuetyyppien tietuepituuksissa. Samoin tietuetyypeistä käytettävät nimet eroavat hiukan.

MAAGIS/XL-siirtoformaatti on myös ASCII-tiedosto. Periaatteellinen ero aiempaan Maagis-siirtotiedostoon on se, että jokaisen tietueen alussa on kaksikirjaiminen tietuetyypin tunnus. Siirtotiedostossa ei ole otsaketiedostoa, vaan X- ja Y-koordinaattien järjestys on ennalta määrätty. Koordinaatit ilmaistaan kolmen desimaalin tarkkuudella maastometreinä. Otsaketiedoston sijaan tiedoston

ensimmäisellä rivillä on priorisointitietue, joka määrittelee ovatko kohteet alueina. Tämän jälkeen tiedostossa ovat seuraavat kohdetietueet. Symboli-, teksti- ja aluetunnuspisteet esitetään yhden tietueen avulla. Viiva esitetään viivan otsaketietueena ja sitä seuraavina koordinaattipisteinä. Erillisiä erotintietueita ei käytetä.

Symbolipistetietueita on kahdenlaisia - tekstittömiä ja tekstillisiä. Tekstitön symbolipistetietue sisältää koordinaatit maastometreinä, kohdeluokituksen, keskivirheen, symbolin suunnan sekä symbolin siirtymän (dx,dy maastomillimetreinä). Tekstiä sisältävä symbolipiste sisältää näiden lisäksi määritystapaluokan, epävarmuuden, tieosanumeron, laskentanumeron, maanpintänäkyvyyden, maanmittaustoimitustiedon sekä tekstin merkkien lukumäärän ja tekstin (max 8 merkkiä).

Teksti- ja aluetunnuspistetietueen muoto on sama. Ne erotetaan tietuetunnisteella toisistaan. Kohdeluokituksen ja koordinaattien lisäksi tietue sisältää keskivirheen, määritystapaluokan, laatukoodi 2:n, tekstin suunnan, siirtymät (dx, dy maastomillimetreinä), maanmittaustoimitustiedon sekä tekstin merkkien lukumäärän ja tekstin (max 80 merkkiä).

Viivan otsaketietueeseen on sisällytetty varsinaisen kohdeluokituksen lisäksi hyvin monia kenttiä mm. erilaisten ominaisuustietojen siirtoon.

7.3 Nykyisten formaattien puutteita yms.

Useimpia yleisesti paikkatiedonsiirrossa käytössä olevia formaatteja ei ole suunniteltu ominaisuustiedon siirtoon. Tätä puutetta pyritään kiertämään käyttämällä esimerkiksi ns. aluetunnuksia eli tekstitietueita. Nämä ovat alueiden sisälle sijoitettuja tekstipisteitä, joihin on tallennettu esimerkiksi alueen tunnus (se voi olla vaikkapa kiinteistörekisteritunnus). Tämä tunnus toimii linkkinä muualla oleviin ominaisuustietoihin. Esimerkiksi Fingis- tai DXF-formaatit eivät tue viivan ominaisuustietoja. DXF-formaatissa viivalla voi olla väri ja viivan kuvaustapa sekä taso. Näillä temppuilemalla voi kekseliäs tiedon siirtäjä pystyä ehkä ratkaisemaan yksittäisen tiedonsiirtotilanteen.

Yleisestikin ominaisuustietoja ei juurikaan ole otettu huomioon tavallisimmin käytetyissä siirtoformaateissa. Useimmat formaatit on kehitetty käytännössä karttakuvan siirtämiseen. Kun varsinaisia paikkatietojärjestelmiä nykyisessä merkityksessään ei ollut, olivat järjestelmät vielä kartantuotantojärjestelmiä taikka karttajärjestelmiä, joihin oli liitetty muutakin tietoa tunnusten avulla haettavaksi. Suunnittelujärjestelmät kuten AutoCAD, ovat viime aikoihin saakka keskittyneet kuvaan, koska suunnitelmien käyttäjät ovat halunneet samanlaisen graafisen kuvan kuin ennenkin eli lopputuote (suunnitelma) on ollut graafinen tuloste paperilla, jossa merkitys on kuvattu erilaisilla viivatyypeillä, väreillä ja selittävillä teksteillä.

8 Esimerkkejä tiedonsiirron toteuttamisesta eri järjestelmissä

Seuraavassa on järjestelmätoimittajien haastattelujen pohjalta kuvattu tiedonsiirron toteuttamista eräissä Suomessa edustetuissa ja käytössä olevissa paikkatietojärjestelmissä. Järjestelmätoimittajia haastattelun pohjana ovat olleet seuraavat kysymykset. Eri järjestelmätoimittajien tiedonsiirtofilosofioissa on jonkin verran eroja, joten haastattelujen yhteenvedot poikkeavat jonkin verran toisistaan.

Järjestelmätoimittajille on esitetty seuraavat kysymykset pohjana keskustelulle aiheesta:

- Mitä formaatteja järjestelmänne tuottaa/ymmärtää?
- Mitkä näistä formateista ovat perusversiossa ja mitkä ovat optioita?
- Miten olette suhtautuneet sanomanvälitykseen ja EDIFACTiin?
- Mitkä ovat tämän päivän tiedonsiirron 'pullonkauloja' ja ongelmakohtia? Vai onko se ehkä ongelmatonta?
- Onko tiedonsiirtonne interaktiivista vai eräajotyyppistä?
- Järjestelmänne välineet ja menetelmät tiedonsiirrossa?
- Onko teillä työkaluohjelmistoja tiedonsiirtoon?

Järjestelmätoimittajien haastattelut ovat kokonaisuudessaan liitteessä yksi. Seuraavassa on esitetty lyhyt yhteenveto järjestelmätoimittajien haastattelujen pohjalta tiedonsiirron nykytilasta ja lähiaikojen kehityksestä.

8.1 Yhteenveto paikkatietojärjestelmätoimittajien haastatteluista

Järjestelmätoimittajien haastattelujen perusteella perinteisen karttatiedon siirto sujuu melko hyvin niin kauan kuin siirretään lähinnä karttakuvaa joko rasterimuodossa tai viivoina ja pisteinä. Sen sijaan rakenteellisen, topologisen tiedon sekä ominaisuustiedon siirrossa eivät perinteisesti käytössä olleet formaatit, kuten Fingis-siirtotiedostot ja DXF-tiedostot riitä. Useat järjestelmätoimittajat pohtivat EDIFACT:in mahdollisuuksia rakenteellisen tiedon siirrossa ja kokivat sen yhtenä mahdollisuutena. Tavallisen karttatiedon siirrossa useimmat kokivat sen kuitenkin monimutkaiseksi. Kaikki järjestelmätoimittajat olivat kuitenkin halukkaita toteuttamaan EDIFACT-siirron järjestelmäänsä heti, kun maksava asiakas sen tilaa. Osa järjestelmätoimittajista on jo käynnistänyt testauksen tai muun hankkeen EDIFACTiin liittyen.

Haastatteluista kävi selvästi ilmi siirtotilanteiden jakaantuminen

- taustakuvan siirtoon esimerkiksi suunnittelua varten.
- älykkään kartan siirtäminen (monimutkaisia kohteita ja topologiaa)
- ominaisuustietojen siirtäminen ja liittäminen kartta-aineistoon.

Näistä taustakartan siirto hallitaan hyvin ja formaatteja ja standardeja tuetaan tarpeen mukaan. Sen sijaan ominaisuustietoja ja topologiaa on hankalampi siirtää, etenkin jos järjestelmien tietomallit eroavat toisistaan.

9. Johtopäätökset

Tiedonsiirrossa on standardoitava tai muuten sovittava:

- 1) mitä siirretään
- 2) missä muodossa siirretään
- 3) millä välineellä siirretään.

Lisäksi on standardoitava käsitteet, jotta siirron osapuolet tarkoittavat samoja asioita. Myös laadun esittäminen on standardoitava tai sovittava.

Tiedonsiirtoa varten on valittava formaatti. Pelkkä formaatin valinta ei useinkaan riitä. Tiedon käyttäjän on ymmärrettävä, millaista tietoa hän haluaa siirtää. Kun on selvillä, mitä ominaisuuksia tiedolla on eli kuinka monimutkaista se on, voidaan standardien joukosta valita sopivin. Tiedonsiirtotie on usein jo varsin toimiva, koska sen standardointia tarvitsevat kaikki tietoa siirtävät. Suurempi ongelma on, onko siirrettävä tieto ylipäättänsä sopivaa kohdetietokantaan eli onko lähtötietokannan tiedomalli sovitettavissa kohdetietokannan tietomalliin.

Tiedonsiirrossa syntyy ongelmia, jos tietoa siirretään rakenteisesta eli jäsentyneemmästä paikkatietojärjestelmästä ('älykäs' järjestelmä) yksinkertaisempaan ja takaisin. Tällöin pelkkä formaatin valinta ei auta. Yleensä on hyväksyttävä tosiasia, että tietoa katoaa ja tällöin on kadonnut tieto korvattava jotenkin. Ohjelmistoissa saattaa olla erilaisia sääntöpohjaisia apuohjelmia, jotka pystyvät rakentamaan esimerkiksi kadonnutta tai puuttuvaa topologiaa tai yhdistämään irrallista tietoa (esimerkiksi tekstejä) kohteiden ominaisuustiedoksi.

9.1 Aineistojen tyypitys

Aineistot voidaan jakaa ensinnäkin

- rasterimuotoisiin
- vektorimuotoisiin

Vektorimuotoiset voidaan jakaa edelleen niiden 'älykkyyden' mukaan.

Monissa kansallisissa paikkatiedonsiirtostandardeissa on päädytty jakamaan siirrettävä aineisto eri tasoihin, joille kullekin oma tiedonsiirtotapansa.

Englantilaisessa NTF-standardissa tämä tasojako jakaa tiedon seuraavasti tiedon monimutkaisuuden perusteella

- Rasteri- ja ruututieto
- Yksinkertainen kohdekoodattu vektoridata ilman topologiaa. Mahdollisesti muutamia attribuutteja
- Yksinkertainen kohdekoodattu vektoridata ilman topologiaa. Kohteisiin voi liittyä rajoittamaton määrä ominaisuustietoja.
- Topologista dataa, jossa sulkeutuvia alueita ja monimutkaisia kohteita
- Tietoa, jonka monimutkaisuutta ei ole rajoitettu millään tavoin. (Sowton, 1991)

9.2 Formaattien tyypitys

Formaatteja on tiukasti määritellyistä yleisempiin. Niitä on tehty tiettyyn ennalta päätettyyn siirtotilanteeseen tai ne ovat sopeutuvia. Tiettyyn tilanteeseen tehdyt määrittelevät yleensä tarkkaan mitä siirretään ja miten. Sopeutuville formaateille on ominaista monimutkaisempi rakenne.

Erilaiset formaatit voidaan jakaa mm. seuraavasti:

- kuvatiedoston siirtävät
- tiettyihin sovelluksiin tarkoitettut
- pääasiassa kartoitustiedon siirtämiseen kehitetyt
- ominaisuustietojen siirtoon soveltuvat
- yleispätevät
- kuvauksen mukanaan siirtävät formaatit.

9.3 Muunnostilanteen tyypitys

Erilaiset muunnostilanteet voidaan jakaa tiedonsiirtotilanteen mukaan, siirrettävän tiedon määrän mukaan, tiedon rakenteen mukaan, eri tasoisten aineistojen siirto (topologian yms. kannalta) jne.

Tiedonsiirtotilanteita voidaan luonnehtia esimerkiksi seuraavilla määreillä:

- kertamuunnos
- usein tapahtuvat muunnokset
- suuret tietomäärät

- pienet tietomäärät
- päivittäminen
- uuden tiedon siirto
- vakiomuotoiset
- kahden väliset
- useamman väliset
- vuorovaikutteinen muuntaminen
- eräajomuuntaminen

Myös siirrettävän tiedon luonne vaihtelee. Kyseessä voi olla

- kuvan siirtäminen joko taustakartaksi tai suunnitteluun
- 'älykkään' eli topologiselta rakenteeltaan sekä ominaisuustiedoiltaan monipuolisen kartan siirtäminen
- pelkkien ominaisuustietojen siirtäminen.

Tiedonsiirtotilanteet vaihtelevat:

- siirretään koko tietokanta
- siirretään tiettyjä osia tietokannasta
- siirretään yksittäisiä tietoja
- päivitetään olemassa olevaa tietokantaa.

9.4 Ohjelmistotoimittajien rooli

Paikkatieto-ohjelmistojen valmistajilla on suuri vastuu paikkatiedonsiirtostandardien käyttöön otossa. Valmistajien toimintaa ohjaa pitkälti raha, eli kun joku maksaja löytyy, ollaan valmiita kehittämään sitä ja tätä. Valmistajien olisi nähtävä tulevaisuuteen ja kyettävä tekemään oikeita valintoja. Tämä säästäisi sekä paikkatieto-ohjelmiston valmistajien että ohjelmistojen käyttäjien rahoja. Tiedonsiirron helppous ja monipuolisuus tulevat olemaan myös kilpailuvaltteja eri ohjelmistojen välillä. Tulevaisuudessa tiedon on kuljettava eri ohjelmistojen välillä. Vieläpä niin, ettei se ole erillinen operaatio vaan jokapäiväistä toimintaa.

Standardointityön tulokset eivät siirry käytäntöön, elleivät paikkatietojärjestelmien valmistajat tätä tue ja toisaalta käyttäjät tätä vaadi.

9.5 Tiedonsiirron standardoinnin tulevaisuus

Suomessa ollaan tiedonsiirtosukupolvia ajatellen vasta pikku hiljaa siirtymässä kuvien siirtämisestä tiedon siirtämiseen. Etenkin suunnittelujärjestelmät ovat olleet pitkälti kuvaan perustuvia. Ja ovat edelleenkin. Paikkatietoyhteys on usein varsin hatara.

Pelkkä tiedonsiirtoformaatin ja -välineen standardointi ei riitä paikkatiedonsiirron standardoinniksi. Jotta tiedonsiirto todella onnistuisi, on tämän lisäksi luotava myös standardi tietomalli siirtoa varten.

Paikkatietoalalla on jo useiden vuosien ajan ollut käynnissä erilaisia standardointipyrkimyksiä. Vähitellen ollaan siirrytty kansallisista hankkeista (alueellisten hankkeiden kautta) kansainvälisiin standardointihankkeisiin. 1980-luvulla kehitettiin kansallisia standardeja ja 1990-luvun alkupuoli on ollut kansainvälisten hankkeiden käynnistymisen aikaa. 1990-luvun loppupuolella valmistunevat ensimmäiset viralliset ja todella kansainväliset standardit. Nähtäväksi jää, kuinka hyvin ne leviävät käytäntöön - vai jatkuuko hidas kehitys, jossa standardit valtaavat vähitellen paikkansa hyväksi todetuilta, mutta monin tavoin puutteellisilta siirtotavoilta. Standardit ilman käyttäjiä eivät ole standardeja.

LÄHDELUETTELO:

Ahonen, Paula. 1994. Liikettä Euroopan teillä. *Positio*, 1994, nro 2, s. 14-15.

Ahonen, Paula. 1993. Paikkatiedonsiirron standardit ja laatu. *Teoksessa:* Sarjakoski, Tapani, Santala, Jaakko & Kilpeläinen, Tiina (toimittajat). Laatu paikkatiedossa - Kustannusta vai säästöä. Maanmittaustieteiden päivät 25. -26.11.1993 Otaniemi, Espoo. Maanmittaustieteiden Seuran julkaisu n:o 30. Helsinki. s. 44-47

Alexandersen, Søren Riff. 1991. Exchange of Data. AM/FM-GIS Nordisk Konferens, Mariehamn, Finland, 28.-30.10.1991.

Cromley, Robertb. 1992. Digital Cartography. Prentice-Hall.

Artimo, Kirsi. 1994. The Bridge between Cartographic and Geographic Information Systems. *Teoksessa:* MacEachern, Alan M. & Taylor, D.R. Fraser (toimittajat). Visualization in modern cartography. Pergamon Press.

Dangermond, Jack. 1992. What is a Geographic Information System (GIS)?. *Teoksessa:* A. I. Johnson, C. B. Pettersson ja J. L. Fulton (toimittajat). Geographic Information Systems (GIS) and Mapping - Practices and Standards, ASTM STP 1126. American Society for Testing and Materials. s. 11 - 17.

Jormakka, Jouko. 1992. Yhteyskäytäntöjen suunnittelu. Otatiето 887. Espoo. 264 s.

Keisteri, Tapio. 1994. Kartat siirtyvät rasterimuodossa. *Positio* 1994, nro 3, s.15.

Lamminmäki, Seppo & Hannus, Jouko. 1993. Avoimet ja hajautetut tietojärjestelmät. Arkkitehtuurit, teknologia, välineet. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy. 253 s.

Laurini, Robert & Thompson, Derek. 1992. Fundamentals of Spatial Information Systems. Academic Press. 680 s.

Lautanala, Mika. 1993. Rakentamisen tietojärjestelmät. *Teoksessa:* Santala, Jaakko

(toim.) Mittaus- ja kartoitustekniikan valtakunnallinen tutkijakoulutusseminaari. Otaniemi. 6.-10.9.1993. Geodesian ja kartografian laboratorion julkaisu, Geodesia 26/1994. Otaniemi. s. 146-162

Löppönen, Jukka-Matti. 1994. Kuvan monet muodot . Positio, 1994, nro 3, s. 12-14

Makkonen, Kirsi. 1987. Tietokoneavusteisen kartografian perustietoja I. Otakustantamo. Vaasa 1988. 105 s.

Moellering, Harold. 1991 Approaches to Spatial Database Transfer Standards: an Introduction. *Teoksessa:* Moellering, H.(toim.). Spatial Database Transfer Standards: Current International Status. Elsevier Science Publisher. International Cartographic Association. 254 s.

Paikkatietojen yhteiskäytön käsikirja 2.0. 1993. Maanmittauslaitos/Paikkatietokeskus. (sisältää JHS 111-118)

Rainio, Antti. 1994 (a). European Standardisation (TC 287) Reference Model for Geographic Information Services. *Teoksessa:* Proceedings 17th Urban Data Management Symposium, Espoo, 4.-8.9.1994. Helsinki University of Technology, Life Long Learning Institute Dipoli. s. 351-359.

Rainio, Antti. 1994 (b). Sanomavälitteinen tietopalvelu - rekisterien yhteiskäyttö (uudistettu painos). Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta JUHTA Julkaisu 2/1994. Painotalo Mikkor. Helsinki. 40 s.

Rainio, Antti. 1993. Rekisterien yhteiskäyttö - sanomavälitteinen tietopalvelu. Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta JUHTA Julkaisu 7/1993. Sisäasiainministeriön monistamo. Helsinki. 23 s.

Rainio, Antti. 1992. The Geographic Data Interchange Model. *Teoksessa:* Artimo, Kirsi (toim.) Proceedings - The 4th Scandinavian Research Conference on GIS. Helsinki University of Technology The City Institute, Espoo, 22. - 25.11.1992. Helsinki. Helsinki University of Technology. s. 43 - 56.

Rainio, Antti. 1991. The Standardization of Geographical Data Interchange in Finland.

Teoksessa: Moellering, H.(toim.). Spatial Database Transfer Standards: Current International Status. Elsevier Science Publisher. International Cartographic Association. 254 s.

Rainio, Antti. EDIFACT - a Tool for Geographical Data Interchange

Robinson, Vincent B. & Mackay, D. Scott. 1993. On Heterogeneous Geographic Information Systems, Architectures, Spatial Data Models, Transactions and Database Languages. *Teoksessa:* Robinson, Vincent B. & Tom, Henry (toimittajat). Towards SQL Database Language Extensions for Geographic Information Systems. NISTIR 5258.

Rossmessl, H.J. and Rugg, R.D.. 1992. An Approach to Data Exchange: The Spatial Data Transfer Standard. *Teoksessa:* A.I.Johnson, C.B.Pettersson, and J.L.Fulton (toimittajat). Geographic Information Systems (GIS) and Mapping - Practices and Standards, ASTM STP 1126. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. s.38-44

Rossmessl, Hedy J. & Rugg, Robert D. 1991. The United States Spatial Data Transfer Standard. *Teoksessa:* Moellering, H. (toim.). Spatial Database Transfer Standards: Current International Status. Elsevier Science Publisher. International Cartographic Association. 254 s.

Smith, Ian. 1991. Digital Geographic Information Working Group: Exchange Standards. *Teoksessa:* Moellering, H. (toim.). Spatial Database Transfer Standards: Current International Status. Elsevier Science Publisher. International Cartographic Association. 254 s.

Stubkjaer, Erik. 1992. GIS Exchange Standards - from Danish DSFL towards European Standards. *Teoksessa:* Artimo, Kirsi (toim.). Proceedings - The 4th Scandinavian Research Conference on GIS, Helsinki University of Technology The City Institute, Espoo, 22.-25.11.1992. Helsinki. Helsinki University of Technology. s. 27 - 42.

Østensen Olaf, 1993, European GIS Standardisation, Framework and Reference Model, AM/FM-GIS Nordic Region Konferanse, Lillehammer 24.-26.11.1993

KÄSIKIRJAT, ESITTEET JA JULKAISEMATTOMAT LÄHTEET:

Helokunnas, Tuija . Esitelmä "Tiedonhallinnan perusratkaisut". 1994-05-27

Fingis-ohjelmiston käsikirjat, AutoCad-ohjelman käsikirja, ArcInfo:n esitteitä, System 9-esitteitä, Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksen esitteitä, VTTK:n esitteitä

HAASTATTELUT:

Ahvonen, Jyrki & Mikkonen, Kari. Meridian Systems Oy. Haastattelu. 1994-04-22.

Kainulainen, Simo & Vanhanen Ari. Dativo Oy. Haastattelu. 1994-05-11.

Kosonen, Tuomo. Tekla Oy. Haastattelu. 1994-04-27.

Lappalainen, Jouni. ICL Data Oy. Haastattelu. 1994-05-27.

Lindholm, Björn. Meridian Systems Oy. Haastattelu. 1994-04-22.

Liite 1: Järjestelmätoimittajien haastattelut

Liitteessä on esitetty seuraavien järjestelmätoimittajien haastattelut:

- Dativo Oy: GRADIS-GIS
- ICL Data Oy: System 9
- Meridian System Oy: Zetmap, ArcInfo
- Tekla Oy: Xcity, Xroad, Xcabel, Xpower, Xelnet

A. Teklan järjestelmät: Xcity, Xroad, Xcable, Xpower ja Xelnet

Teklan ohjelmistojen (Xcity, Xroad, Xcable, Xpower, Xelnet) osalta on haastateltu Tuomo Kososta (27.04.1994).

Karttahakemisto on yhteinen kaikille Teklan sovelluksille. Rasterit ovat passiivisia taustakuvia, joiden sijainnin hakemisto hallitsee. Rasterikarttojen osalta on käytössä XKR-formaatti (Teklan oma) ikkunoinnin yms. tehokkuuden takia. Rastereiden siirtoa varten tehdään asiakkaiden tarpeiden mukaan uusia formaatteja.

Karttahakemistoon voidaan lukea mm. seuraavia rasteriformaatteja: Scitex, DISIMP, RLE, RLC ja TIFF (rajoituksin).

Vektoriaineistoja varten on oma binäärimuoto. Vektoriaineistoista pystytään lukemaan Fingis-siirtotiedostoja (Karttakeskuksen muoto, mahd.

Maanmittaushallituksen muoto), DXF-tiedostoja, RODICA-muotoa (korkeusmalli vyöhykekarttana sovellusten taustalla), MapInfon MIF ja MIDI sekä sisäisiä formaatteja. Yleispätevää ASCII-muunnosta ei ole toteutettu. EDIFACTia ei käytetä taustakartta-aineistojen siirrossa ollenkaan. Fingiksen käyttö taustakuvana vaatii kuvaustekniikan kuvaamisen. Tätä varten on tehty tarvittavat osat. Kaikki järjestelmät tulostavat DXF-kuvia. Niitä on luettu lähinnä taustakuviksi.

Xelnetin tiedonsiirron ongelmia ovat monimutkaisten rakenteellisten ja hierarkisten tietojen siirto. Samoin ominaisuustietojen siirto on ongelmallista. Tiedonsiirto on interaktiivista ja käynnistyy valikolta.

Xcabelin osalta asiakkailla on erillisenä ohjelmana EDIFACT-muunnos. EDIFACT-tiedostot on purettu Fingis-tiedostoiksi ja siirretty sitten Xcabeliin. Tiedonsiirron ongelmana on ominaisuustietojen paljous. Niiden yhdistäminen omaan tietomalliin on hankalaa. Siirto tapahtuu interaktiivisesti valikolta käynnistyen.

Xpowerissa siirretään Fingis-siirtotiedostoja sekä sisään että ulos. (Yhteistä kaikille Teklan ohjelmille). Xpoweriin on siirretty mm. rekisteritietoja (kaavoitustietoja tapauskohtaisesti), kuluttajatietoja (asiakastietojärjestelmät) sekä verkon reaaliaikaisia mittaustietoja (verkon tilaa voidaan katsoa karttakuvana). Videovalvonnan liittäminen ohjelmistoon on suunnitteilla. Ulospäin on siirretty verkon sijaintitietoja Fingis-muodossa. EDIFACTia ei ole käytetty. Xpowerin kehittäjien mukaan suurin ongelma on, ettei hyvää standardia ole olemassa. Tiedonsiirtoa tapahtuu sekä interaktiivisesti että eräajopohjaisesti.

Xcityssä voidaan sekä lukea että tulostaa Fingis-siirtoformaattia. Xcity-formaatti (yksinkertainen ASCII-formaatti, kaikki tietokannan merkittävät kentät) toimii myös molempiin suuntiin. Sitä käytetään Teklan asiakkaiden välisissä siirroissa. Perinteisesti käytettyjä siirtomuotoja ovat pisterekisterilistausmuoto (T1, T2, T3, T4, X, Y, Z, pari tekstikenttää) sekä Tiehallituksen muoto. Takymetrimittauksia voidaan siirtää piste- ja viivamuodossa (sisäinen formaatti) (omat mittaukset). Tulossa on Tiehallituksen maastomallimuoto. Xcitystä on mahdollista tulostaa DXF-tiedostoja. EDIFACTia ei ole toistaiseksi käytetty.

Tiedonsiirron ongelmia Xcityn kannalta ovat seuraavat:

- 1) Tiedonsiirron ongelmat, kun siirretään aineistoa jatkuvan tietokannan - järjestelmien ja lehtijakopohjaisten järjestelmien välillä
 - 2) Karttatietojen osalta on primaarikartoituksessa lukuisia erilaisia pikkuasioita:
 - kuvaus (viivojen suunnat)
 - symbolien kierrot (käytetään väärin, määritelty ihan hyvin Fingiksessä)
 - monimutkaisten kohteiden mm. rajapyykkien käyttö kirjavaa eli esitetään vaihtoehtoisesti erityispisteinä tai tekstinä ja symbolina
 - kiinteistötunnusten käyttö eli ei käytetä pitkää 11 merkin muotoa, vaan esimerkiksi 1:22-muotoa
 - skandinaaviset aakkoset (å,ä,ö); Tekla käyttää ISO:n 8 bitin standardia.
- Kaarisulut muunnetaan tiedonsiirron yhteydessä.

Xcityn tiedonsiirto on joko interaktiivista tai kyselevää eräajotyyppistä. Massiivisia siirtotarpeita on usein (kartoitus tai vastaava).

Xroadin suurin asiakas on Tielaitos. Käytössä on erilaisia ASCII-siirtoformaatteja (Tielaitoksen de facto-formaatteja). Siirrettäviä aineistoja ovat mm. maastomalli, pohjatutkimus (tielaitoksen kanssa sovittu), maaperätulkinnan ominaisuustiedot, tien geometria ja linjaukset, poikkileikkaustyyppien siirtomuoto, maastoon sovitettun tierakenteen siirto ja TÄHYS-ohjelman tiedot.

Xroadiin voidaan sekä lukea että sieltä voidaan tulostaa Fingis-siirtotiedostoja. DXF-tiedostoja pystytään vain tulostamaan, sillä aineistoa saatetaan tarvita CAD-järjestelmässä. Xroadissa ei ole käytetty EDIFACTia.

Xroadin tiedonsiirron ongelmana on monimutkaisten, strukturoitujen kohteiden siirto, joka on hankalaa. Eri järjestelmät ottavat eritasoisia aineistoja ja tietomallit ovat kiinni sovellusratkaisussa. Tiedonsiirrossa on käytössä sekä interaktiivisia että eräajotyyppisiä siirtoja.

Kaikkien Teklan ohjelmistojen välisessä taustakartan siirrossa käytetään joko sisäistä formaattia tai Fingis-siirtotiedostoja. Teklalla ei ole varsinaista muunnosohjelmistopakettia, mutta Fingis-aliohjelmakirjasto on kaikissa sovelluksissa. Lisäksi Teklalla on DXF-tiedostojen lukemista varten 'siistiä'-kirjasto.

Teklan ohjelmistoja on sekä UNIX- että VMS-versioina (kaikista ei ole VMS-versiota). Xcityssä VMS:llä on valta-asema. Tietovälinekysymykset ovat arkipäivää. Unixit ovat yhteensopivia. Käytössä on korppuja, TK-50 ja DAT-nauha Unixissa. Kelanauhat ovat kadonneet. CD-ROM on käytössä ohjelmistojen jakelussa. Tietoverkot (DATANET, LANLINK) ovat yleistyneet tiedonsiirrossa. Viimeisen vuoden aikana ovat LANLINK-liittymät yleistyneet.

B. GRADIS-GIS

Dativo Oy edustaa Suomessa sveitsiläistä GRADIS-GIS-ohjelmistoa. Dativosta olivat haastateltavina Simo Kainulainen ja Ari Vanhanen (11.05.1994)

GRADIS-GIS-ohjelmistossa kohde voi muodostua pisteistä, viivoista, alueista, vapaasta tekstistä, symboleista ja/tai attribuutteista. Kohteiden ominaisuudet ja geometria on tallennettu Oracle-tietokantaan. Tiedonsiirrossa ongelmana ei ole varsinaisesti formaatti, vaan se, että suurin osa tiedonsiirtoformaateista siirtää jäsentämätöntä tietoa ('asiat eivät kuulu kohteisiin').

GRADIS-GIS-ohjelmistossa on oma tiedonsiirtomuoto (tietty rajapinta). Erillinen DIM (Data Interchange Module) -ohjelma lukee GRADIS-tietokantaa ja tekee siitä DSS-tiedoston ja päinvastoin. DSS-formaatti on hyvin älykäs eli se pitää sisällään mm. topologisen tiedon ja kohteisiin mahdollisesti liittyvän ominaisuustiedon (attribuuttitiedon). Suunnitteilla on yleismuunnosohjelmisto, joka yleisimpien formaattien välisiä tiedostomuunnoksia.

GRADIS-GIS:issä voi käyttää seuraavia tiedonsiirtotapoja:

- 1) FormaattiX muunnetaan GRADIS:n tiedonsiirtomuotoon eli DSS:ksi (viivoja, joiden jatkojalostus tapahtuu GRADIS:ssa), jolloin tiedonsiirron yhteydessä voidaan siirtää myös attribuuttitietoa. Tiedonsiirto voi tapahtua sekä sisään että ulospäin.
- 2) FormaattiX voidaan muuntaa MONITOR-tiedostoksi eli 'nauhoitettu istunnoksi'. Tämä toimii ainoastaan sisäänpäin.
- 3) BIN-binääritiedosto eli vektoriaineisto voidaan muuntaa hyvin nopeasti tyhmäksi (viivoja, alueita, tekstejä, koodit) taustakuvaksi eli vastaa rasteritaustaa. Toimii ainoastaan sisäänpäin.
- 4) Kuvaruudun graafinen tila voidaan siirtää ulospäin CGM-standardin mukaisena tiedostona.

DIM-ohjelma toimii eräajoina, mutta MONITOR-tiedostoja käytetään interaktiivisesti.

GRADIS-GIS ei hyväksy virheellistä tietoa vaan topologian on toteuduttava. Eli

esimerkiksi alueiden on oltava sulkeutuvia. Siirrettäessä tietokannan eheyden on oltava kunnossa. Alueverkkojen topologian tarkastamiseen ja tarvittaessa korjaamiseen on olemassa Area Network Tool (ANT). Eli voidaan esimerkiksi peruskuvioverkkoa Nallesta (DSS:nä), jolloin ANT tarkastaa, korjaa ja muodostaa siitä DSS-tiedoston, jossa topologia on kunnossa.

GRADIS-GIS:iin on siirretty mm. Fingis-siirtotiedostoja, X-city-tiedostoja, DXF-piirustusvälitystiedostoja ja Nalle-siirtotiedostoja. Myös GPS-mittaustuloksia on siirretty.

Rasteriformaatteja varten on oma työkalu, jolla voidaan lukea, orientoida ja tallentaa omaan muotoon käytännössä kaikkia tärkeimpiä formaatteja (mm. Intergraph RLE, TIFF (ainakin Gr 3 ja 4 ja useita muita), GIF, XWD, raakarasteri, SCITEX LW, RLC)

GRADIS-GIS:n kannalta tiedonsiirron ongelmia ovat tällä hetkellä mm.:

- 1) Formaattit ovat tyhmiä. Ne ovat lähellä kuvatiedostoa. Tietoa pystytään siirtämään, mutta siirretty tieto ei ole sellaisenaan valmista käyttöön, vaan se vaatii jatkojalostusta.
- 2) Monet paljon käytetyt siirtoformaatit (esimerkiksi DXF) eivät sisällä ominaisuustiedon siirtoa. Itse asiassa lähtöjärjestelmän tietomalli ei tue ominaisuustietoa. Eli esimerkiksi DXF sisältää pisteitä ja tekstejä, joista pitää arvata mikä numero liittyy mihinkin pyykkiin.
- 3) Tiedonsiirtoa varten on saatava asiakkaan luokittelu, josta käy ilmi koodausjärjestelmä, tiedon rakenne ja topologian esittäminen. Luokittelusta puuttuvat kohteet ovat hankalia.
- 4) Tiedonsiirrossa esiintyy paljon 'eksoottisia' ongelmia. Tällaisia ovat mm. viiteviivat ja useammista riveistä koostuvat tekstit, joilla on erilaisia merkintätapoja eri formateissa.

Skandinaaviset aakkoset eivät ole ongelma, koska ne voidaan aina konvertoida (ISO LATIN 1).

GRADIS-GIS-ohjelmiston yhteyteen on tarkoitus toteuttaa EDIFACT-muunnos heti, kun maksava asiakas sen tilaa. Ohjelmiston edustajien mukaan EDIFACT on älykkäämpi formaatti.

C. System 9

ICL edustaa Suomessa System 9 -paikkatietojärjestelmää. Paikkatiedonsiirrosta on haastateltu Jouni Lappalaista (27.05.1994) ja seuraavat tiedot perustuvat hänen antamiin tietoihin.

Hän mainitsee tiedonsiirron ongelmiksi mm. seuraavat asiat:

1) Tietomallien eroavuudet.

Tietomallit eroavat mm. siinä mallinnetaanko kohteet yksilötyyppinä vai kohteina, joilla on ominaisuuksia. Korkeustiedon mallintamistapa vaihtelee. Korkeus voidaan mallintaa joko ominaisuutena tai koordinaattina. Fingis-siirtoformaattissa on mahdollista, että korkeustieto saattaa olla ominaisuustietona (esimerkiksi maanpinnan korkeusluvut). Ominaisuustieto saattaa olla myös irrallisena tekstinä, jolla ei ole yhteyttä pisteeseen (esimerkiksi pisteen numero). Ongelmallisinta on tiedonsiirto tietomalliltaan "älykkäämmästä" paikkatietojärjestelmästä "tyhmempään" ja edelleen tiedon palautus takaisin. Informaatiota katoaa siirrossa.

2) Topologian puutteet.

Siirrettävässä aineistossa (esimerkiksi tien keskilinjat) on muutaman millin digitointivirheitä ja segmentointivirheitä. System 9 -järjestelmään aineistoa siirrettäessä käytetään 'rule-based-assembly'-systeemiä, joka tutkii ja segmentoi ja pystyy näin korjaamaan osan topologian puutteista.

3) Siirtoformaatti ei tue ominaisuustiedon siirtoa.

4) Karttalehtijaon katkomat kohteet.

Tiedonsiirrossa lähtöjärjestelmässä oleva karttalehtijako katkoo aineistoa väkivaltaisesti. System 9 -järjestelmään siirrettäessä 'rule-based-assembly'-systeemi pyrkii korjaamaan karttalehtijaon aiheuttamia katkoksia.

5) Tietomallien tasot ovat niin erilaiset.

System 9 -järjestelmässä tietokantayhteydet ovat interaktiivisia, samoin AutoCAD-yhteys. Muu tiedonsiirto tapahtuu eräajotyyppisinä massasiirtoina. Siirrot kestävät kauan, sillä siirron yhteydessä ohjelmisto tutkii ja miettii, eli tekee mm. reunavertailuja. Ohjelmisto laittaa liput virheisiin sekä tekee lokitiedostoa reunavirheistä. Nämä voidaan käydä siirron jälkeen lävitse interaktiivisesti.

System 9 tukee mm. seuraavia Suomessa käytössä olevia siirtomuotoja:

- Fingis-siirtotiedostot
- Maanmittauslaitoksen Maagis-aineisto
- DXF (versio 12)
- kuntien aineistot
- ArcInfo Export
- Intergraphin SIF
- ASCII ulos ja sisään
- binääritiedostot (kolmannen osapuolen tekemä sovellus)

System 9:ssä on DATA INTERCHANGE-kirjasto omien sovellusten kirjoittamista varten.

System 9 tallettaa rasterit FIDEC-formaatissa. Siirto tapahtuu muuntamalla rasterin formaatti ensin (tarvittaessa) TIFF- tai SUN-rasteriksi, joka rekisteröidään System 9:ään, jossa se asetetaan koordinaatistoon ja sille annetaan pikselitarkkuus. Ominaisuustietona oleva rasteri tuodaan tietokantaan SUN-rasterina. System 9:ään on kytkettävissä FIDEC:n rasterikuvan käsittelyohjelmisto PIGES.

Tietokantalinkin avulla voidaan hakea tietoa ulkopuolisesta tietokannasta. Kaikkea tietoa ei tarvitse kopioida.

System 9:n tietoja voidaan lukea suoraan AutoCAD:iin. Tämä toimii teknisesti, mutta looginen kokonaisuus hajoaa, koska AutoCAD tuntee vain primitiivit eli sen tietomalli on rajallinen.

Maastomittausten siirtoa ajatellen System 9 tukee seuraavia tallentimia: Wild GRE4, Wild GRE3, Wild GRE2, Wild GLE1 sekä Wild GIF10. Muilla tallentimilla tallennettu aineisto voidaan siirtää väliaikaiseen tiedostoon ja muuntaa GSDF (Ground Survey Data Format) -muotoon, jota järjestelmä myös ymmärtää.

EDIFACT:in käyttöä on suunniteltu (ehkä syksyllä -94 valmista). G-EDIS on ollut testattavana. Tarkoitus on selvittää, käytetäänkö sitä vai omaa Edigate-ohjelmaa.

Seuraava taulukko on System 9:n esitteestä.

Lähtöjärjestelmä	Formaatti	Tiedon laji (G=graafinen, A=ominaisuus tieto)	Siirron suunta
AutoCAD	DXF	G	kaksisuuntainen
BC2	MP	G	SYSTEM 9:iin
Computervision	CADDS	G, A	kaksisuuntainen
Intergraph	SIF	G, A	kaksisuuntainen
US Cencus, 1990	TIGER	G, A	SYSTEM 9:iin
US Geo. Survey	DLG	G	SYSTEM 9:iin
British	R.O.S	G, A	SYSTEM 9:iin (rajoitetuilla)
Swedish	ISOK	G, A	SYSTEM 9:iin (rajoitetuilla)
French	GDS	G, A	SYSTEM 9:iin (rajoitetuilla)
ESRI	ARC/INFO	G, A	SYSTEM 9:iin
Prime	Prime INFORMATION	A	kaksisuuntainen
ORACLE	SQL	A	kaksisuuntainen
INGRES	SQL	A	kaksisuuntainen (rajoitetuilla)
DB2	SQL	A	kaksisuuntainen (rajoitetuilla)

D. ZetMAP

ZetMAP-ohjelmisto on Meridian Systems Oy:n kehittämä. Ohjelmiston paikkatiedonsiirrosta on haastateltu Björn Lindholmia (22.04.1994).

Vektoriaineiston osalta ZetMAP lukee ja tuottaa seuraavia formaatteja:

- 1) ASCII-tietoa (sarakemuoto kuvataan, ei tarvitse erottimia; erottimia käytettäessä ei tarvitse määritellä kentän pituutta)
- 2) DXF-, Fingis- ja Maagis-siirtotiedostot (optioita)
- 3) ArcInfo (Generate-muoto)
- 4) Intergraph (SIFF)

ja tuottaa pelkästään ulos:

- 5) SISU-formaattia (IVO) .

Yleisenä periaatteena on, ettei formaattimuunnoksia tehdä varastoon. Tulossa on MAAGIS/XL-tiedoston muunnos. ASCII-muunnos pystyy käsittelemään mm. GT-ohjelmiston tuottamia GT-kuvia (tekstirivejä ei saa olla samassa).

Ominaisuustietoa ei (siirretä) tuoda. ZetMAPin omassa siirtotiedostoformaattissa ominaisuustietoa voidaan siirtää. Tällä hetkellä harvalla numeerisen kartan tuottajalla on aineistossaan mukana ominaisuustietoja.

Tuettuja rasteriformaatteja ovat RLE, RLC, TIFF:n eri versioita, "DISIMPlit", ERDAS:n formaatit ja muut yleensä käytössä olevat rasteriformaatit. Tallennettaessa annetaan rasterikuvan ulottuvuudet. Viittaus rasterikuvaan on alueen attribuutti. Rasterikuva voidaan tallettaa eri formaateissa ja eri tiheydellä. RLE-tiedostoissa on koordinaatit mukana. Siirrettäessä rasterikuvia ulospäin tehdään aluerajaus, määritellään formaatti ja määritellään tiheys. Rasteriformaattimuunnoksia tehdään tarpeen vaatiessa uusia.

Sanomakuvaus ja EDIFACT eivät ole toistaiseksi käytössä. Niitä tullaan tarvittaessa tukemaan.

Tiedonsiirrossa voidaan käyttää PC- ja UNIX-koneiden tietovälineitä.

Tietovälineiden valinta on asiakaskohtaista. Tiedonsiirto on interaktiivista. UNIX:issa voidaan hyödyntää komentorivejä, mutta PC:ssä tiedonsiirto tapahtuu tiedosto kerrallaan. Tiedonsiirto tuottaa kaikissa muunnoksissa tiedoston siirtämättömistä kohteista (ns. 'roskis'-tiedosto). Asiakkailla on ollut hyvin vähän massamaista työskentelyä.

Yleisesti siirretään Fingis-siirtotiedostoja. Lindholmin mukaan Fingis-siirtotiedostot ovat epästandardeja eli hän viittaa Fingiksen moniin murteisiin ja niiden erilaisiin sovelluksiin. Ongelmia Fingis-siirtotiedojen siirrossa tuottavat mm. viivojen erityispisteet. Eli esimerkiksi pyykkit voivat olla rajaviivojen pisteinä. Kunnollinen tiedostokuvaus puuttuu yleensä eikä kerro loppujen lopuksi kaikkea. Tietuetyyppi on yleensä pääteltävä rivin pituuden perusteella.

Tiedonsiirron yleisinä ongelmina Lindholm näkee seuraavia asioita:

- 1) Skandinaavisten aakkosten siirto ei ole ongelma samanlaisten laitteiden välillä. Siirto VAX:ista PC:n kautta UNIX:iin on esimerkki tyypillisestä siirtoketjusta , joka aiheuttaa ongelmia. Merkkiongelma on yhteinen kaikille siirtoformaateille. Sen välttämiseksi on tunnettava siirtoketju ja kohdelaitteisto. Skandinaavisten aakkosten aiheuttamat ongelmat aiheutuvat 'atk-osaamattomuudesta' - ei tunneta merkistöihin liittyviä standardeja ja muunnoksia.
- 2) Korkeus sinänsä ei ole ZetMapissa varsinainen ongelma, koska ohjelmistossa on XYZ-tietokanta. 0 tarkoittaa korkeuden puuttumista; nollakorkeus on 0.01m tai - 0.01 m. Sen sijaan ongelmallisia ovat mm. Fingis-siirtotiedostoissa esiintyvät korkeuspisteet, joiden Z-koordinaatti on nolla, eli ne on esitetty tekstipisteinä.
- 3) Pisteiden numerot ovat aiemmin olleet Fingis-siirtotiedostoissa tekstinä irrallaan pisteistä. Nykyisin niitä esitetään myös erityispisteinä, jolloin numero on attribuuttina.
- 4) DXF-piirustusvälitystiedostoissa on rajalliset mahdollisuudet siirtää luokitusta. Eli luokitus voidaan esittää vain tasoilla ja tasojen sisällä voidaan jaotella pisteet ja viivat. Lisäksi AutoCAD on hyvin tarkka DXF-tiedostojen rakenteen oikeellisuudesta.

E. ArcInfo

ArcInfon paikkatietojärjestelmää edustaa Suomessa Meridians Systems Oy. Tiedonsiirrosta ArcInfossa on haastateltu Kari Mikkosta ja Jyrki Ahvosta.

ArcInfo-järjestelmien välinen siirto on helppoa, jos käytettävissä on tietoverkko. Tällöinen siirto voidaan toteuttaa esimerkiksi kopioimalla hakemistorakenne. PC:n ja työaseman välisessä siirrossa voidaan käyttää ArcInfon export- ja import-komentoja.

Jos ArcInfoon tuodaan Fingis-siirtotiedostoja, pyrkii muunnos tunnistamaan ensin murteen. Fingiksen ryhmä ja luokka-käsitteet on muunnettava ArcInfoon sopiviksi koodeiksi. Tätä varten on syytä saada kuvaus koodituksesta.

Kari Mikkosen mukaan EDIFACT soveltuu erityisesti attribuuttitiedon siirtoon. Tiedonkeruuvaiheessa on pisteiden ja viivojen siirto muussa muodossa helpompaa.

Kokonaisia tietokantoja siirrettäessä ongelmana on, miten siirretään aluetopologia eli miten siirretään alueet alueena. Yleensä alueet puretaan siirtoa varten pisteiksi ja viivoiksi ja kohdejärjestelmässä tehdään alueenmuodostus uudestaan.